



جامعة مؤتة
كلية الدراسات العليا

تقدير منحنى السعة التخزينية لبحيرة سد حميرين في العراق
باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

إعداد الطالب
عمر جمال جاسم

إشراف
الأستاذ الدكتور إبراهيم العرود

رسالة مقدمة إلى كلية الدراسات العليا
استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في
نظم المعلومات الجغرافية GIS / قسم الجغرافيا

جامعة مؤتة، 2017

الآراء الواردة في الرسالة الجامعية لا تُعبر
بالضرورة عن وجهة نظر جامعة مؤتة



تعددهم رقم (١١)

قرار إجازة رسالة جامعية

تقرر إجازة الرسالة المقدمة من الطالب عمر جمال جاسم الموسومة بـ:

تقدير منحني السعة التخزينية لبحيرة سد حمير في العراق باستخدام نظم

المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

استكمالاً لمتطلبات الحصول على درجة الماجستير في نظم المعلومات الجغرافية.

القسم: الجغرافيا.

التاريخ	التوقيع	
٢٠١٧/٣/٢٦		أ.د. ابراهيم مطيع العرود
٢٠١٧/٣/٢٦		أ.د. محمد جميل القرانه
٢٠١٧/٣/٢٦		د. سعاد سالم الشقور
٢٠١٧/٣/٢٦		د. حسان هشام البليسي

عميد كلية الدراسات العليا

أ.د. محمد عبدالرحيم المحاسنه

الإهداء

إلى روح والدي،،

إلى روح والدتي،،

إلى زوجتي وأشقائي وشقيقاتي وأبنائي الأعزاء،

إلى أعضاء هيئة التدريس في جامعة مؤتة والمركز الجغرافي الملكي،

إلى كل من ساهم في رفعة العلم وخدمته

عمر جمال جاسم

الشكر والتقدير

الحمد لله والشكر له على نعمته وفضله، ثم الشكر الجزيل للأستاذ الدكتور إبراهيم مطيع العرود مشرفي ورئيس لجنة المناقشة الذي كان له الفضل الكبير في إنجاز هذه الرسالة، لما كان لملاحظاته من دوراً كبيراً في إخراج هذه الرسالة إلى النور، والذي وجهني خير توجيه، ولم يبخل علي من علمه ووقته.

كما أتقدم بالشكر الجزيل إلى أعضاء لجنة المناقشة، لتفضلهم بقبول مناقشة رسالتي وهم: الأستاذ الدكتور محمد القراله والدكتور سطاتم سالم الشقور والدكتور حسام البليبيسي.

والشكر الجزيل إلى كل من ساعدني، وإلى كل من يشارك في تذليل الصعاب أمام طلبة العلم.

عمر جمال جاسم

فهرس المحتويات

الصفحة	المحتوى
أ	الإهداء
ب	الشكر والتقدير
ج	فهرس المحتويات
و	قائمة الجداول
ز	قائمة الأشكال
ط	الملخص باللغة العربية
ي	الملخص باللغة الإنجليزية
	الفصل الأول: مشكلة الدراسة وأهميتها
1	1.1 المقدمة
2	2.1 مشكلة الدراسة
3	3.1 أهمية الدراسة
3	4.1 أهداف الدراسة
3	5.1 منطقة الدراسة
7	6.1 جيولوجية الحوض
8	7.1 المناخ
8	1.7.1 الأمطار
9	2.7.1 درجات الحرارة
9	3.7.1 التبخر
9	4.7.1 الرياح
11	8.1 الخصائص العامة لحوض نهر ديالى
12	1.8.1 أعالي سد دربندخان
12	1.8.2 حوض ديالى الأعلى
13	1.8.3 حوض ديالى الأوسط
13	1.8.4 حوض ديالى الأسفل

14	9.1 هيدرولوجية نهر ديالى
15	10.1 سد حميرين
	الفصل الثاني الإطار النظري والدراسات السابقة
20	1.2 أهمية تقدير السعة التخزينية للسدود
20	2.2 طرق تقدير السعة التخزينية للسدود
20	1.2.2 الطرق المباشرة Direct Methods
21	2.2.2 تقدير الحجم باستخدام التسوية (Vol. from spot (heights
22	3.2.2 حساب الحجم من خطوط الكنتور Volumes from Contours
24	3.2 حساب سعة الخزان ومنحنى السعة التخزينية
25	4.2 طرق استقطاع وحساب مساحة الأجسام المائية من المرئيات الفضائية
26	5.2 الدراسات السابقة
26	1.5.2 دراسات سابقة لحساب سعة الخزانات باستخدام الطرق غير المباشرة
	الفصل الثالث: المنهجية وطريقة العمل والمواد
30	1.3 المنهجية والتصميم
40	2.3 البرمجيات المستخدمة: Software
40	3.3 تحسين المرئية الفضائية Image Enhancement
42	1.3.3 دليل أو مؤشر الاختلاف المائي المعايير (NDWI) Normalized Difference Water Index
43	2.3.3 مؤشر الاختلاف المائي المعايير المعدل MNDWI
49	4.3 آلية العمل
	الفصل الرابع التحليل والنتائج
51	1.4 السعة التخزينية والمساحة السطحية والمنسوب بداية التشغيل
54	2.4 خارطة الكنتورية والسطح التضاريسي الحالي لقاع البحيرة

59	3.4 العلاقة بين السعة التخزينية والمساحة السطحية والمنسوب
67	4.4 الخلاصة والتوصيات
70	المراجع

قائمة الجداول

الصفحة	عنوانه	رقم الجدول
9	معدل التبخر الشهري من سطح الماء الحر في خزان سد حميرين (ملم)	1.1
9	معدلات سرعة الرياح الشهرية (م/ثانية)	1.2
15	معدل التصريف الشهرية والسنوية لنهر ديبالى المطلقة من سد حميرين (م ³ /ثا)	1.3
32	مناسيب المياه الفعلية في سد حميرين لشهر تشرين الأول للأعوام من 2008-2016	3.1
33	السعة التخزينية عند بداية تشغيل سد حميرين مع المنسوب	3.2
34	المرئيات الفضائية التي تم الحصول عليها ومناسيب المياه الفعلية في السد بتاريخ التقاط كل مرئية	3.3
45	المساحات السطحية لبحيرة سد حميرين حسب منسوب المياه	3.4
52	السعة التخزينية مع المنسوب بداية تشغيل سد حميرين	4.1
53	المساحة السطحية لسد حميرين ومنسوب المياه (بداية التشغيل)	4.2
59	المساحة السطحية لسد حميرين ومنسوب المياه (الحالي)	4.3
60	السعة التخزينية الفعلية والمساحة السطحية الفعلية لسد حميرين عند كل منسوب	4.4

قائمة الأشكال

الصفحة	عنوانه	رقم الشكل
5	موقع منطقة الدراسة	1.1
6	مشاريع السدود في منطقة الدراسة	1.2
10	خارطة كنتورية لمعدل الأمطار في العراق	1.3
11	معدلات هطول الأمطار السنوية على حوض نهر ديالى	1.4
13	أحواض التصريف الفرعية لنهر ديالى	1.5
14	المعدلات السنوية للتصريف المطلقة من سد حمريين	1.6
21	حساب حجم السدود بالطرق المباشرة	2.1
22	الحجم باستخدام التسوية	2.2
23	مخطط يوضح قانون متوسط مساحة القاعدتين لحساب الحجم	2.3
24	مخطط يوضح إيجاد المساحات المحصورة بين خطوط الكنتور ثم إيجاد الحجم	2.4
25	مخطط يوضح اسلوب رسم منحنى السعة التخزينية باستخدام الخارطة الكنتورية	2.5
35	المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة	3.1
40	خارطة كنتورية لسد حمريين عند الانشاء قبل التشغيل	3.2
41	مراحل معالجة مرئية فضائية للقمر لاندسات 7	3.3
43	الانعكاسية للأجسام المائية والنباتات والأراضي الجرداء وحسب الطول الموجي	3.4
46	منحنيات المساحة السطحية والمنسوب بداية التشغيل وباستخدام المؤشرات MNDWI و NDWI	3.5
46	الأجسام المائية في منطقة الدراسة صنفت باستخدام NDWI	3.6
47	استخدام المؤشر NDWI في استقطاع الأجسام المائية (جسم بحيرة سد حمريين) من المرئيات الفضائية	3.7

49	مراحل استقطاع الجسم المائي للبحيرة	3.8
50	مراحل إنتاج السطح الطبوغرافي لقاع سد حمريين	3.9
51	منحنى السعة التخزينية والمساحة السطحية مع المنسوب لسد حمريين (التصميمي)	4.1
54	امتداد ومساحة الجسم المائي الحالي لبحيرة حمريين مع كل منسوب	4.2
55	خارطة كنتورية حديثة لقاع بحيرة سد حمريين	4.3
56	خارطة طبوغرافية لقاع بحيرة حمريين	4.4
57	خارطة انحدار سطح قاع بحيرة سد حمريين	4.5
58	مشهد ثلاثي الأبعاد يمثل طبوغرافية قاع بحيرة سد حمريين حالياً	4.6
61	رسم بياني يمثل العلاقة بين المساحة السطحية والمنسوب لسد حمريين (بداية التشغيل والحالي)	4.7
62	منحنى المساحة السطحية الفعلية (الحالية) مع المنسوب لسد حمريين	4.8
63	منحنى المساحة السطحية مع المنسوب لسد حمريين (الحالي)	4.9
64	منحنى السعة التخزينية الحالي والتصميمي لسد حمريين	4.10
65	منحنى يبين العلاقة بين السعة التخزينية والمنسوب (الحالي)	4.11
66	منحنى السعة التخزينية والمساحة السطحية لسد حمريين (الحالي)	4.12

الملخص

تقدير منحني السعة التخزينية لبحيرة سد حميرين في العراق باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد

عمر جمال جاسم

جامعة مؤتة، 2017

تم في هذا الدراسة الاستفادة من إمكانيات أنظمة المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد في تحليل المرئيات الفضائية لاشتقاق السعة التخزينية لسد حميرين الواقع في محافظة ديالى في العراق والذي تبلغ مساحة خزانه 340 كم² عند المنسوب التشغيلي 104م وبسعة تخزينية تبلغ بحدود 2.60 مليار م³. وقد تم اشتقاق نموذج ارتفاعات رقمي DEM لقاع السد من 37 مرئية فضائية من مجموعة أقمار لاندسات Landsat خلال الفترة الممتدة من عام 2008 إلى عام 2016. وتم في هذه الدراسة استخدام طريقة جديدة لغرض الحصول على نموذج تضاريسي ثلاثي الأبعاد لقاع البحيرة. باستقطاع الجسم المائي للسد بالاعتماد على مؤشر الاختلاف المائي الطبيعي (Normalized Difference Water Index:NDWI) لإيجاد المساحة السطحية والحدود الخارجية للسد وربطها بالمنسوب الفعلي للمياه وقت النقاط كل مرئية. وقد تم حساب السعة التخزينية والمساحة السطحية للبحيرة عند كل منسوب واشتقاق وتمثيل العلاقات بيانياً بين كل من: 1- المنسوب والسعة التخزينية. 2- المنسوب والمساحة السطحية. 3- المساحة السطحية والسعة التخزينية. ومقارنتها بمثيلاتها التصميمية والتي تم إعدادها عند تنفيذ السد. ومن خلال هذه المقارنات تم التعرف على ان الحجم الكلي للبحيرة قد تناقص نتيجة تراكم الرسوبيات خلال الفترة الممتدة بين عامي 1981 و 2008 بمقدار 243 مليون م³ أي بمعدل 9 مليون م³ سنوياً.

Abstract
ESTIMATION OF STORAGE CAPACITIES CURVE FOR
HEMREN DAM.(IRAQ) USING GIS AND REMOTE SENSING

Omar Jamal
Mutah University, 2017

The present thesis takes advantage of the possibilities of GIS and remote sensing systems in the analysis of satellite images to derive the storage capacity of the Hemren Dam. located in Diyala province in Iraq. The reservoir has an area of 340 km² when operating at 104 m and with a storage capacity of 2.60 billion m³. Area – volume of the dam was derived using a digital elevation model DEM based on data from 37 satellite images of the Landsat satellites group during the period 2008 through 2016. In this study a new method is developed to extract the water body of the dam. using the Normalized Difference Water Index (NDWI) to establish the surface area and the exterior boundary of the lake. The images were used to obtain a three- dimensional terrain model of the bottom of the lake. These 3D results were used to calculate the surface area and storage of the lake at every level. A relationships were established between: 1- elevation and storage capacity;2- elevation and surface area. and 3- the surface area and storage capacity. These relation were represented graphically and were compared with those of actual design figures. which were prepared at the designing stage of the dam. The 3D terrain models obtained from the 37 images were used to derive the volume of sediments accumulated behind the dam during the period 1981 through 2008 when the lake almost dried out completely in 2008. Results show that the average volume of sediments reaching the lake was around 9 million m³ annually. Thus. the lake volume decreased by 243 million m³ during the operation period 1981 through 2008.

الفصل الأول

مشكلة الدراسة وأهميتها

1.1 المقدمة

تعد إدارة الأحواض المائية والسدود وتشغيلها أمراً هاماً ولا بد منه وخصوصاً في منطقة الشرق الأوسط لما يعانيه من ندرة مائية حادة ومناخ جاف، أو شبه جاف، وأن لخزانات وبحيرات السدود دور فعال وحيوي في تحقيق العديد من الأهداف منها ري الأراضي الزراعية، وتوليد الطاقة الكهربائية، ودرء خطر الفيضانات وغيرها من الاستعمالات الأخرى، فلا بد من دراسة أهم العوامل المؤثرة على فعالية عملية الخزن ومنها الرسوبيات التي تشغل نسبة من حجم الخزان .

ويعد مشروع سد حميرين من المشاريع الإستراتيجية الهامة التي تقوم بمهام السيطرة على الفيضانات، والمحافظة على أراضي ديارى السفلى ومدينة بغداد، وتنظيم مجرى نهر ديارى وتأمين المياه ل(300) ألف هكتار من الأراضي الزراعية، وإعادة تنظيم تصريف المحطة الكهرومائية لسد دربندخان من اجل الاستثمار الأمثل للطاقة في أعالي نهر ديارى وتوليد الطاقة الكهرومائية من السد بـ (50) ميغواط، وكذلك توفير جو سياحي وترفيهي في موقع السد.

تم انجاز وتنفيذ وتشغيل المشروع في حزيران 1981 م على نهر ديارى بمسافة 120 كم شمال شرق العاصمة بغداد و(6) كم جنوب اتصال (نهر نارين) بنهر ديارى وعلى بعد (10) كم من سد ديارى وهو الموقع الوحيد على نهر ديارى جنوب سد دربندخان الذي يحجز مياه الفيضانات للجزء الواقع بين السدين-

يعتمد نهر ديارى الواصل لبحيرة حميرين في تغذيته على الروافد والسيول في المنطقة الواقعة بين مؤخر سد دربندخان وجبل حميرين والتي تبلغ مساحة حوضها 12944 كم²، علماً أن الجريان السطحي لهذه الروافد والسيول يعتمد بالدرجة الأساس على الأمطار الهاطلة والتي تتفاوت كمياتها بين سنة وأخرى إضافة إلى التفاوت في أجزاء الحوض نفسه، وعموماً يبلغ معدل التساقط المطري المساحي لحوض نهر ديارى 400 ملم/سنة (الانصاري، 1988). إن المياه القادمة من الأودية

والأحواض المائية نتيجة سقوط الأمطار تكون السيح السطحي (الجريان) الذي يسبب تعرية للتربة السطحية ونقل للرسوبيات إلى المجرى الرئيس، وعند انخفاض سرعة جريان المياه عند دخولها للخزانات تتخفف طاقته الحركية وتبدأ عملية ترسيب متدرج حسب حجم وشكل الرسوبيات، وباستمرار عملية الترسيب مع الزمن فإن الرسوبيات تشغل حجماً من الخزين وتغير من سعته، كما أن الحبيبات الأنعم المتمثلة بالغرين والطين تترسب قرب جسم السد ومنافذه وقد تسبب عدداً من المشاكل التشغيلية.

2.1 مشكلة الدراسة

تتلخص مشكلة الدراسة في تقدير ورسم منحنى السعة التخزينية الفعلية للسد (وهو المنحنى الذي يمثل العلاقة بين ارتفاع المياه في السد ومقدار الخزن فيه) والذي تغير نتيجة الرسوبيات المتراكمة في بحيرة سد حميرين بعد مرور أكثر من 27 عام على تشغيله، والذي يعتبر من الأمور الهامة في تخطيط وتشغيل السدود والخزانات المائية.

وقد أثر التغير المناخي العالمي بسبب ظاهرة الاحتباس الحراري على الهطول المطري وتذبذبه وسبب تناقصاً في الغطاء النباتي في مناطق مختلفة خصوصاً في منطقة الشرق الأوسط وفاقم من مشكلة تعرية وانجراف التربة والذي أدى إلى زيادة كمية الرسوبيات المنقولة، وقد تأثر العراق سلباً بالتغير المناخي والذي أدى إلى زيادة التعرية وتهديد السدود المقامة.

ومن أجل إدارة حسيبة لمياه السدود أصبح من الضروري تقدير وحساب كمية الترسبات المتراكمة فيها ومعرفة نمط توزيعها، فقد تم اختيار سد حميرين الواقع ضمن الحوض الأعلى لنهر ديالى لتقدير سعته التخزينية اعتماداً على المرئيات الفضائية ونظم المعلومات الجغرافية.

3.1 أهمية الدراسة

تطبيق طريقة مبتكرة تم تطويرها في هذه الدراسة لتقدير ومراقبة تغير السعة التخزينية لسد حميرين وحساب كمية وحجم الترسبات والطمى في بحيرة سد حميرين ومعرفة معدل تقلص السعة التخزينية للبحيرة بعد مرور أكثر من 30 عام من بداية تشغيل السد، باستخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية دون الاعتماد على المسوحات الميدانية المكلفة والمرهقة وبالتالي يمكن تعميم هذه الدراسة على سدود مائية أخرى.

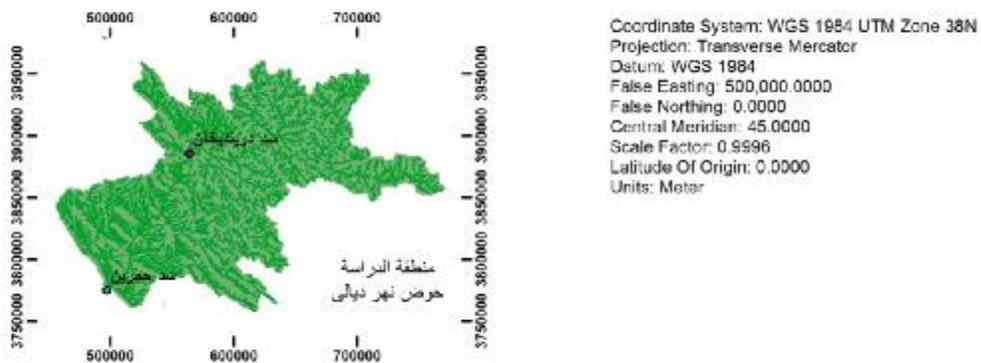
4.1 أهداف الدراسة

- 1- استنباط السطح التضاريسي والطبوغرافي الحالي لقاع بحيرة حميرين .
- 2- رسم منحنى العلاقة الفعلية (الحالية) بين السعة التخزينية والمستوى الأفقي ومقارنته بالمنحنى التصميمي (قبل تشغيل السد).
- 3- رسم منحنى العلاقة الفعلية بين السعة التخزينية والمساحة السطحية لبحيرة السد وبالتالي معرفة كمية المياه المخزونة فيها في أي وقت دون الحاجة إلى القراءات والقياسات الحقلية المباشرة بتحليل المرئيات الفضائية باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد.
- 4- تقدير حجم الرسوبيات المتراكمة في سد حميرين ومعدلاتها السنوية.

5.1 منطقة الدراسة

تقع منطقة الدراسة ضمن الحوض الأعلى لنهر ديالى (أعلى تلال حميرين) في محافظة ديالى شمال شرق مدينة بغداد في جمهورية العراق بين دائرتي عرض (33° 58' و 34° 24') شمالاً وبين خطي طول (44° 55' و 45° 10'). وتوضح الأشكال شرقاً ويحده من الشرق إيران ومن الغرب محافظتا بغداد وصلاح الدين ومن الشمال محافظتا السليمانية وصلاح الدين (وزارة التخطيط، 2008). وتوضح الأشكال (1.1) و (1.2) موقع سد حميرين وامتداده الجغرافي والسدود الرئيسية في شمال العراق وبعض خصائصها الهيدرولوجية.

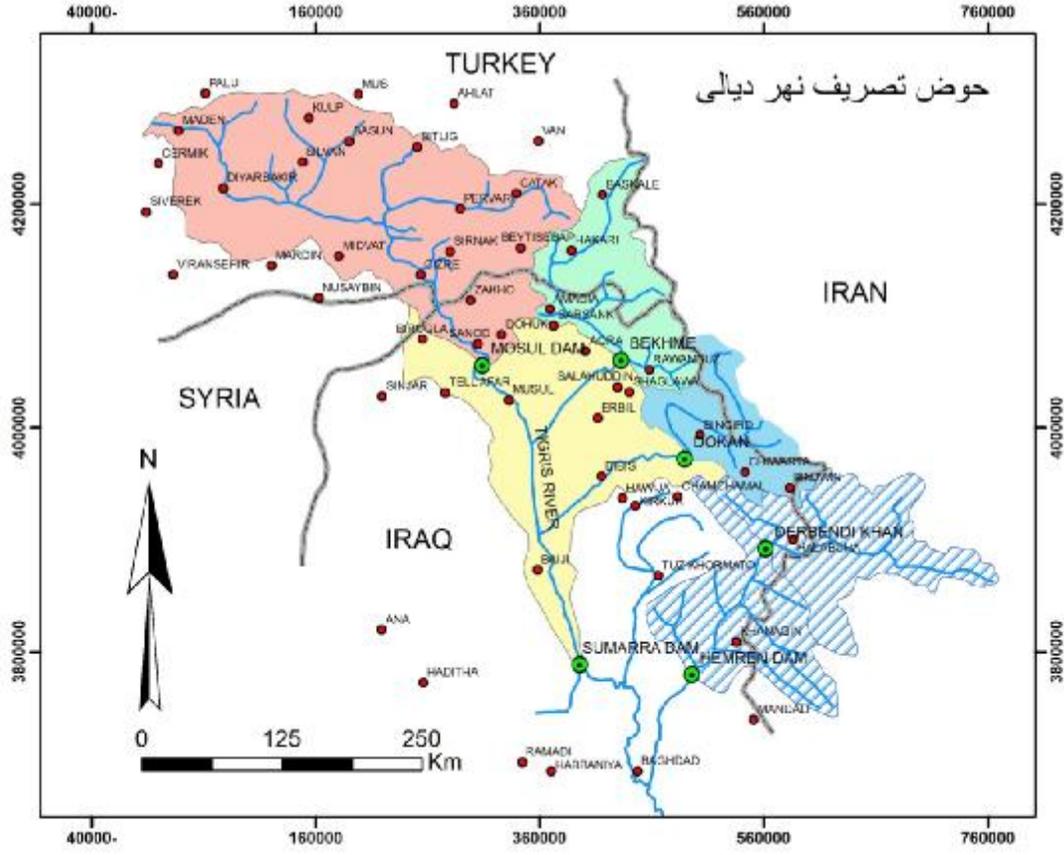
تعد تلال حميرين من أهم المرتفعات في محافظة ديالى ويبلغ طولها 150 كم ولا يتجاوز ارتفاعها 250 م وتمتد من الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي ويقطعها نهر ديالى حيث تم إنشاء سد حميرين، أما حوض النهر الذي يغذي بحيرة سد حميرين فهو يمتد من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي، تتعدد فيه مظاهر السطح وتدرج في ارتفاعها ليصل إلى 2500 م فوق مستوى سطح البحر في أقصى الشمال الشرقي وينحدر باتجاه الجنوب حتى يصل ارتفاعه إلى 80 م عند جسم السد، (هستد، 1968). أما مساحة حوض تغذية سد حميرين فتبلغ 12944 كم².



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على مرئيات القمر الصناعي ASTER

الشكل (1.1)

موقع منطقة الدراسة



اسم المشروع	مساحة حوض التصريف كم ²	معدل الوارد السنوي كم ³
سد الموصل	50200	18.3
سد بخمة	16630	11.8
سد دوكان	11690	6.1
سد دربندخان	17850	4.2
سدة سامراء	110270	42.6
سد حميرين	12900	5.6

المصدر : وزارة الموارد المائية العراقية ، المديرية العامة للسدود والخزانات ، تقرير شركة انكرو

بروجكت ، HEMREN DAM PROJECT ADDITIONAL STADY

الشكل رقم (1.2)

مشاريع السدود في منطقة الدراسة

6.1 جيولوجية الحوض

تقع منطقة الدراسة ضمن الرصيف غير المستقر، وضمن نطاق الطيات الواطئة منه، وتحديداً في نطاق حميرين الجنوبي، وتتصف الطيات بكونها غير متناظرة اذ تعد طية حميرين من أبرز الطيات الموجودة ضمن منطقة الدراسة وهي طية غير متناظرة، أجنحتها الجنوبية الغربية أشد انحدراً من الأجنحة الشمالية الشرقية الصخور المكتشفة في منطقة الدراسة رسوبية يمتد عمرها ما بين البلايوسين-البلاستوسين والمايوسين الاعلى،(الجبوري،1991). والترسبات الحديثة تتصف بالنفاذية العالية لأنها صخور نتائية مما يؤدي إلى زيادة تسرب الماء إلى باطن الأرض وقلة مقاومتها لعملية النحت فضلاً عن كونها تؤثر في كثافة الصرف ضمن حوض التغذية، وفي حالة وجود مكاشف من الصخور الرملية النفاذة فتكون نسبة الماء المتخلل داخل الصخور كبيرة، ولذلك تنقص كمية الماء الجاري وبالتالي قلة التصريف، اما في حالة وجود طبقات من الوشاح الصخري غير النفاذ فوق أي نوع من الصخور فذلك يزيد نسبة الماء الجاري في المنطقة، (هستد، 1968). ومن أهم التكوينات الجيولوجية في منطقة الدراسة تكوين الفتحة(عصر المايوسين الاوسط) الذي يتألف بصورة عامة من تتابع صخور جبسية وصخور طينية وصخور جيرية، ويوجد هذا التكوين في الجنوب والجنوب الغربي من الحوض، أما تكوين انجانة (عصر المايوسين الاعلى) من تتابع الصخور الطينية والصخور الغرينية والصخور الرملية، ويضم هذا التكوين الجزء الفتاتي المتوضع فوق تكوين الفتحة، ويوجد في القسم الشرقي من حوض كورده ره، أما تكوين المقدادية(عصر البلايوسين الاسفل) فيتألف من تتابع طبقات من الصخور الرملية الحصوية والصخور الرملية والصخور الطينية والصخور الغرينية وقد اتخذ وجود الحصى في هذا التكوين دالة لتشخيص الحد الفاصل بين هذا التكوين وتكوين انجانة، والحد الأعلى لهذا التكوين انتقالي تدريجي، اما تكوين باي حسن (عصر البلايوسين) فيتألف من طبقات متفاوتة السمك من المدملكات والحصى الرمي والصخور الغرينية والصخور الطينية، والحد الأعلى لتكوين الصخور غير واضح وخاضع للتعرية، ويوجد في الجزء الجنوبي الأوسط من الحوض، وفيما يخص تكوينات

الزمن الرباعي فتتكون من الترسبات الخشنة مثل الحصى والقشور الجبسية (مدملكات من الجبس، والطين، والرمل) والرمل والغرين الناعم وتحتوي على أحجام وأشكال مختلفة من الترسبات وتتضمن ترسبات الأودية مثل الحصى الخشن والجلاميد الموجودة في جوانب الأودية والتي تشير إلى طاقة التيار المائي العالية في أثناء هطول الأمطار الغزيرة، كما توجد على جانبي الأودية ترسبات من الحصى والرمل الناعم ومن هذا الترسبات ما يظهر طبقاتاً واضحاً يشير إلى الترسيب الموسمي وتكون واضحة في وادي جند أما الترسبات الريحية فتنتشر بشكل واضح في جنوب الحوض، وتتكون من مواد رملية وطينية، أما القشور الجبسية التي تتمثل بطبقة صخرية صلبة تتكون من معدن الجبس مختلطاً مع الأطيان والرمل بنسبة قليلة، فتتواجد في القسم الأوسط من الحوض (محمد وطه، 2009).

7.1 المناخ

1.7.1 الأمطار

يتصف مناخ منطقة الدراسة بأنه صحراوي شبه جاف ضمن النمط المطري للبحر المتوسط، إذ ينقطع المطر في أشهر الصيف وهي حزيران وتموز وآب، ثم يبدأ التساقط الفعلي في فصل الخريف ابتداءً من شهر أيلول ويستمر في فصل الشتاء والربيع حتى ينتهي في نهاية شهر أيار، إن الأشهر المطيرة تتباين في كمياتها وتتذبذب زمانياً ومكانياً من سنة لأخرى، ويبلغ معدل الهطول المطري للحوض بحدود 400 ملم/سنة، ويوضح الشكلين (1.3) و (1.4) التوزيع المكاني للمعدلات السنوية لهطول الأمطار لعموم العراق وعلى حوض النهر، وتتأثر معدلات هطول الأمطار بدرجة كبيرة بسلسلة جبال زاكروس على الحدود العراقية - الإيرانية ويزداد معدل هطول الأمطار السنوي بصورة عامة من الجنوب الغربي باتجاه الشمال والشمال الشرقي، (موسى، 1986).

2.7.1 درجات الحرارة

تمثل درجات الحرارة في حوض ديالى ظروف المناطق القارية وان درجات الحرارة تكون متشابهة في حوض النهر باستثناء المناطق المرتفعة جداً. ويبلغ معدل درجات الحرارة خلال فصل الشتاء بين (9-13) م⁰، اما في فصل الصيف فتتراوح بين (32-37) م⁰.

3.7.1 التبخر

ترتفع قيم التبخر نتيجة درجات الحرارة العالية ويوضح الجدول(1.1) معدلات التبخر المتوقعة لخزان سد حمريين.

الجدول (1.1)

معدل التبخر الشهري من سطح الماء الحر في خزان سد حمريين(ملم)

الشهر	ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	السنوي
التبخر	177	88	66	58	79	148	211	311	383	462	397	270	2650

المصدر: (Energ Project,1978)

4.7.1 الرياح

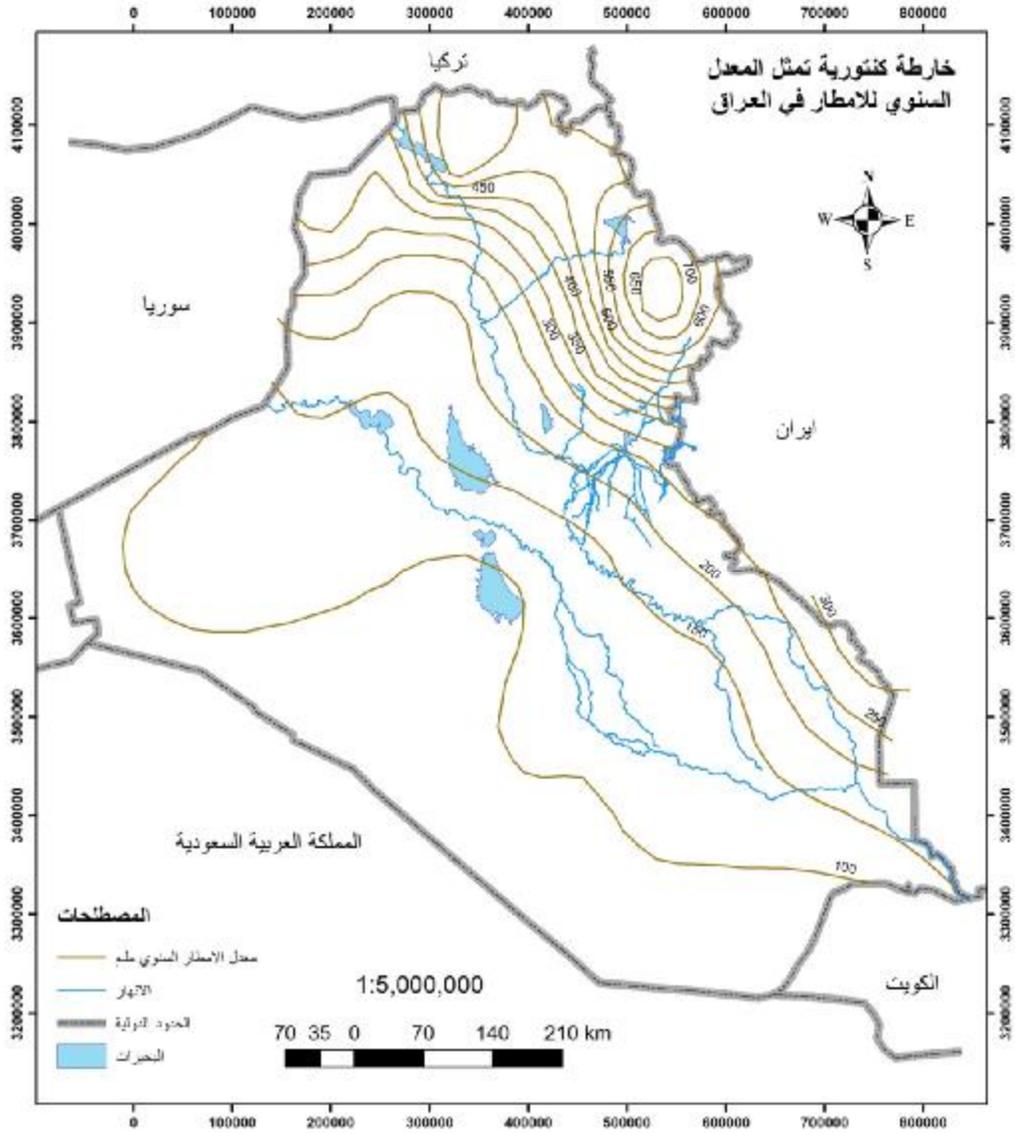
يوضح الجدول (1.2) المعدلات الشهرية لسرعة الرياح في بغداد ومنطقة سد حمريين

الجدول (1.2)

معدلات سرعة الرياح الشهرية (م/ثانية)

الشهر	ت1	ت2	ك1	ك2	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	السنوي
بغداد	3	7.2	2.8	3.1	3.6	3.7	3.7	3.7	4.2	4.4	3.9	3.3	3.5
حمريين	2.5	2.4	2.6	3.1	3.4	4.3	3.5	3.3	3.8	3.9	3.6	3.2	3.3

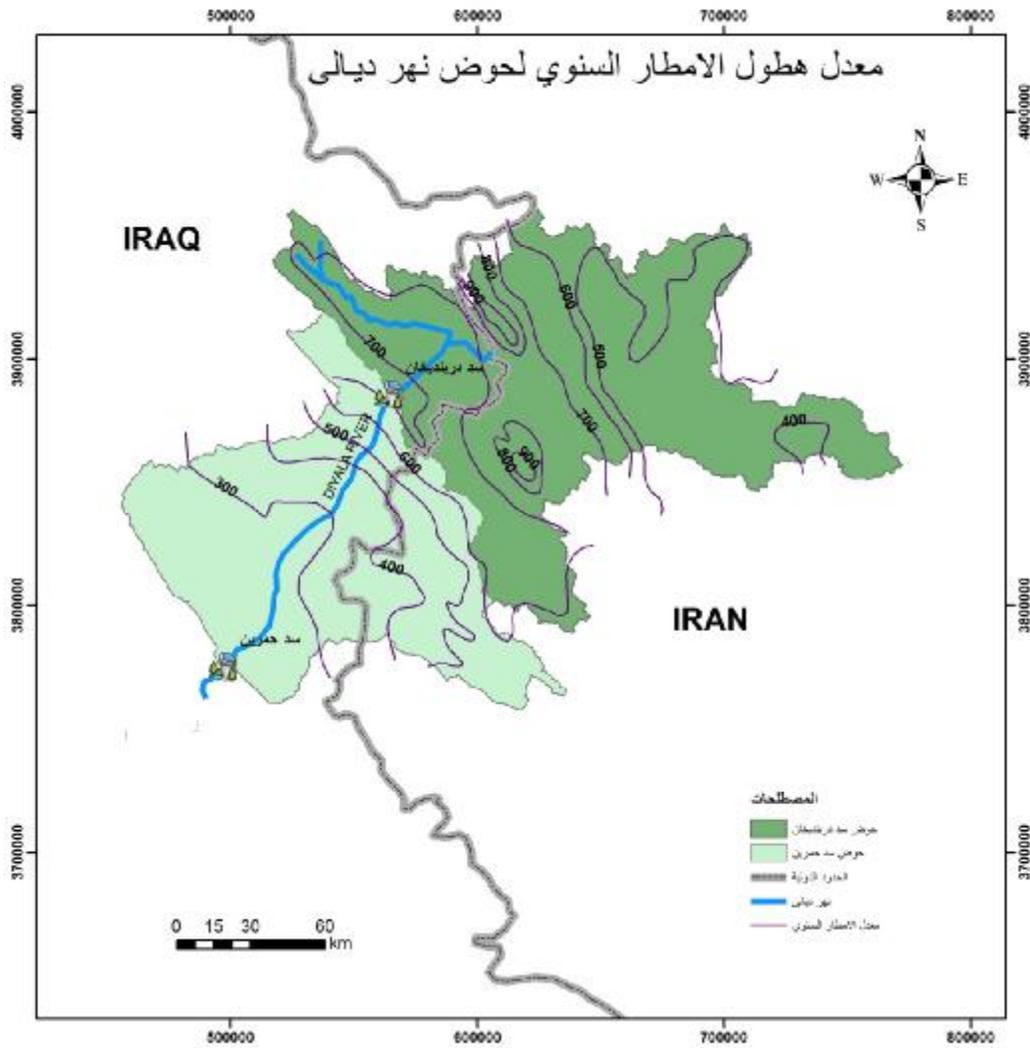
المصدر: (Energ Project,1978)



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على تقرير شركة Energo Project

الشكل (1.3)

خارطة كنتورية لمعدل الأمطار في العراق



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على تقرير شركة Energy Project

الشكل (1.4)

معدلات هطول الأمطار السنوية على حوض نهر ديالى

8.1 الخصائص العامة لحوض نهر ديالى

تبلغ مساحة حوض نهر ديالى 32600 كم² وتشمل الأراضي الممتدة في شرق العراق وغرب إيران ويمتد بمحور طولي اتجاهه شمال شرق - جنوب غرب ويلتقي بنهر دجلة جنوب مدينة بغداد، ولغرض السيطرة على مياه النهر والاستفادة منها بشكل منظم وفعال في ري الأراضي إضافة إلى توليد الطاقة الكهربائية شيد سدي دربندخان وحميرين. فسد دربندخان أنشئ سنة 1962 م في الجزء العلوي

من حوض ديالى وعلى مسافة 360 كم من مصب النهر وتبلغ سعة الخزن الكلية فيه 3 كم³ أما الخزين الفعال فيبلغ 2,5 كم³. أما سد حميرين فقد أنشئ في الجزء الأوسط من حوض النهر سنة 1981 م. وتتباين صفات حوض نهر ديالى بصورة كبيرة من المناطق شبه الجافة في المناطق المنخفضة من الحوض التي تقع على مستوى قريب من مستوى سطح البحر (حوالي 33 م فوق مستوى سطح البحر) الى المناطق الجبلية التي يصل ارتفاعها حوالي 2500 م عن مستوى سطح البحر، (Macdonald and Partners,1959). وعلى أساس الاختلاف في طوبوغرافية المنطقة وما يتبعه من اختلاف في معدلات هطول الأمطار وكميات التبخر قسم حوض النهر إلى أربعة أقسام رئيسية:

1.8.1 أعالي سد دربندخان

يقع جزء كبير من حوض نهر ديالى أعالي سد دربندخان حيث تبلغ مساحة هذا الجزء حوالي 17900 كم² ويلتقي بالنهر ثلاثة روافد رئيسية وهي تانجرو الذي يجري على السفوح الغربية للجبال وسيروان الذي يقع في إيران أما الرافد الثالث هو زمكان ويقع الى الجنوب من سيروان،(الانصاري،1988). وتعتبر الثلوج المتراكمة على الجبال الممول الرئيسي للأنهار دائمة الجريان في هذه المنطقة.

2.8.1 حوض ديالى الاعلى:

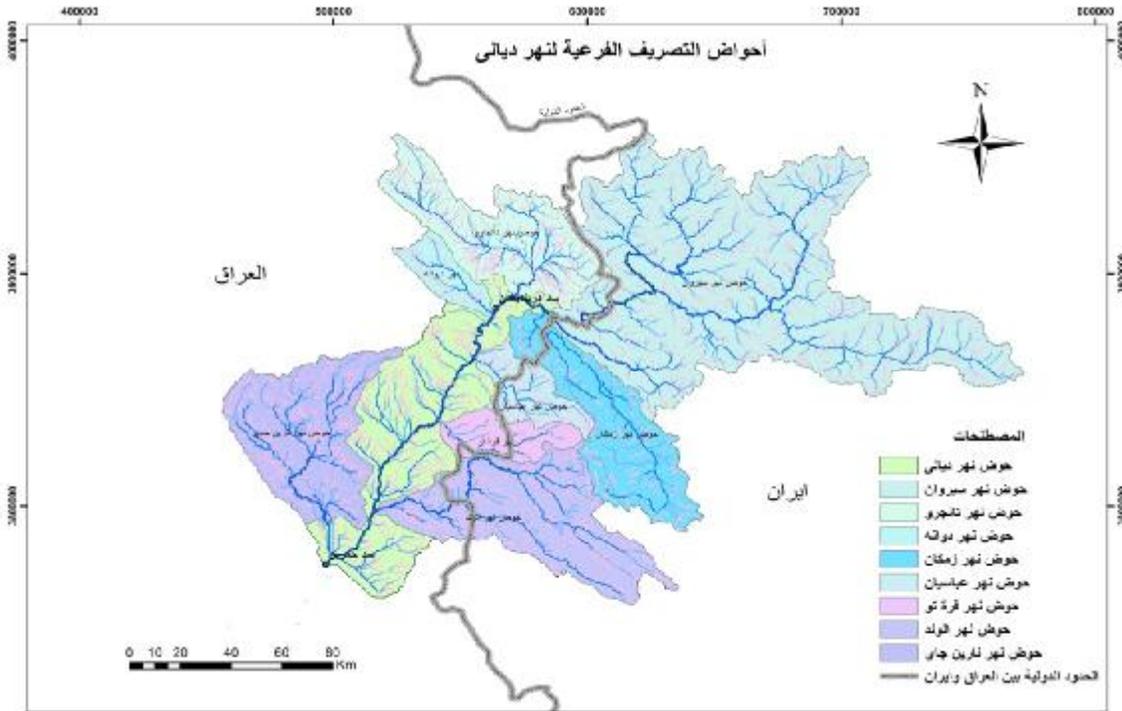
تضم المنطقة المحصورة بين سد دربندخان حتى قضاء كلار تقريباً وعند سد دربندخان يقطع نهر ديالى طية جبل بارنانداغ ويجري نحو الجنوب الغربي لمسافة 81 كم حتى بيلاجو حيث يلتقي بثلاثة روافد في هذه المنطقة وهي عباسيان وقرة تو اللذان يلتقيان بالنهر من الضفة اليسرى ودوانه الذي يلتقي بالنهر من الضفة اليمنى وبالإضافة الى ذلك فتوجد عدة وديان تصب في الجهة اليمنى من النهر وتزوده بكميات من المياه في مواسم الأمطار الغزيرة. وتبلغ مساحة هذا الحوض 7646 كم².

3.8.1 حوض ديالى الاوسط:

حوض ديالى الأوسط هو المنطقة المحصورة بين قضاء كلار وموقع سد حميرين ويشتمل على أربعة أحواض وهما حوض نهر شيخ بابا وحوض نهر نارين جاي واللذان يقعان على الضفة اليمنى من نهر ديالى، وحوضي نهر الوند وكوردره اللذان يقعان على الضفة اليسرى من النهر وتقدر مساحة حوض ديالى الأوسط ب 5298 كم². (خلف، 2014).

4.8.1 حوض ديالى الاسفل:

ويمثل المنطقة الواقعة اسفل سد حميرين الى نقطة التقاء نهر ديالى بنهر دجلة وهو يشتمل على حوض واحد وهو حوض نهر ديالى الاسفل والذي تصل مساحته الى 3931 كم²



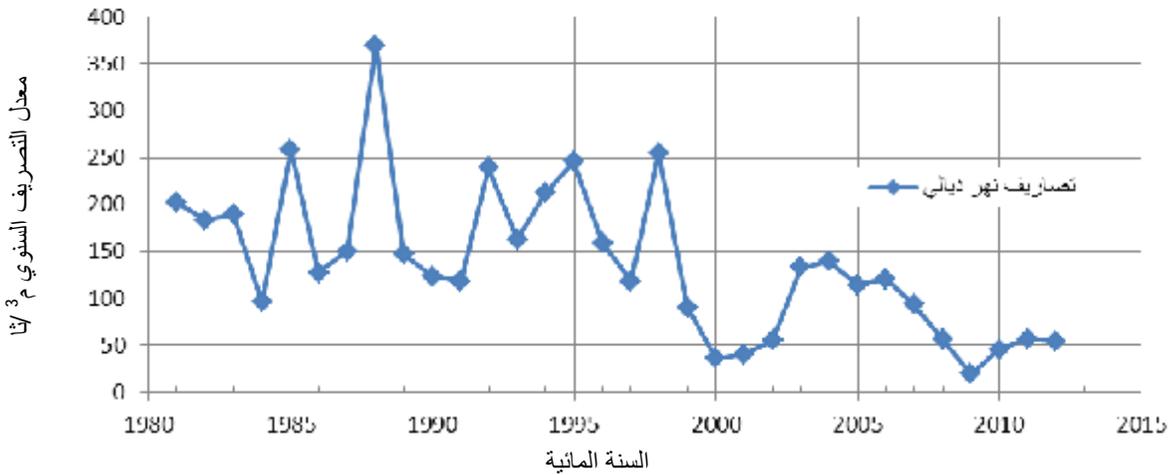
المصدر: من عمل الباحث

الشكل (1.5)

أحواض التصريف الفرعية لنهر ديالى

9.1 هيدرولوجية نهر ديالى

يتميز الجريان المائي في حوض نهر ديالى بعدم تجانسه فهو يتصف بجريان دائم ومستمر في الأجزاء الشمالية والشرقية من الحوض اما في الأجزاء الجنوبية من الحوض فيتصف بكونه غير دائم حيث أن الروافد الموجودة في ديالى الأوسط موسمية، كما يلاحظ بان الروافد التي تلتقي بنهر ديالى في المنطقة المحصورة بين دربندخان وحميرين هي المسؤولة عن زيادة كمية المياه المخزونة في سد حميرين. ويتعرض تصريف نهر ديالى لتغيرات كثيرة بين سنة وأخرى وفي السنة الواحدة بسبب اختلاف شدة الأمطار وكمية الثلوج التي تهطل على حوضه، وبصورة عامة تعتبر فترة الصيف (من تموز إلى تشرين الأول) فترة المنسوب المنخفض حيث يعتمد النهر في تغذيته على الينابيع. أما الفترة بين (كانون الثاني و نيسان) فتعتبر فترة المنسوب العالي. ويتم رصد تصاريف نهر ديالى عند محطتين مهمتين هما محطة تصريف دربندخان ومحطة تصريف حميرين، الشكل (1.6) والجدول رقم (1.3) يوضحان المعدلات السنوية للتصاريف المطلقة في منطقة حميرين للأعوام (1981-2012):



الشكل (1.6)

المعدلات السنوية للتصاريف المطلقة من سد حميرين

المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على الجدول (1.3)

الجدول (1.3)

معدل التصاريح الشهرية والسببية لنهر ديالى المطلقة من سد حميرين (م³/ثا)

السنة المائية	1ت	2ت	1ك	2ك	شباط	اذار	نيسان	مايس	حزيران	تموز	اب	ايلول	المعدل السنوي
1981	139	167	109	222	178	417	393	294	136	140	120	110	202
1982	110	120	138	197	254	200	405	255	130	123	138	125	183
1983	125	127	195	170	262	340	262	203	131	142	155	157	189
1984	141	127	110	110	91	85	85	91	93	87	74	63	96
1985	55	126	274	271	493	363	343	163	159	230	325	290	258
1986	153	176	135	149	92	94	109	117	124	128	135	118	127
1987	116	137	140	140	136	130	148	141	148	150	210	199	150
1988	151	267	182	245	491	764	779	552	445	198	180	180	370
1989	147	129	132	140	110	116	147	140	153	175	196	184	147
1990	116	111	96	102	69	109	138	136	149	153	154	137	123
1991	116	133	116	64	64	148	114	115	129	140	145	135	118
1992	121	119	99	83	186	251	500	488	300	266	234	224	239
1993	190	121	101	140	216	174	124	119	209	201	189	175	163
1994	135	109	123	235	223	243	260	211	243	257	260	256	213
1995	165	197	306	332	213	172	198	274	254	270	280	274	245
1996	209	144	135	93	125	140	122	124	200	210	210	201	159
1997	165	169	120	85	106	94	100	97	110	130	129	114	118
1998	127	125	93	94	245	410	650	280	250	270	275	235	255
1999	170	150	128	60	69	100	83	65	66	68	63	53	90
2000	40	36	32	23	27	34	35	35	38	46	50	40	36
2001	36	27	20	20	23	40	39	47	53	62	62	50	40
2002	32	30	20	20	20	28	38	54	95	115	110	98	55
2003	76	71	60	69	125	194	200	188	153	159	160	145	133
2004	112	123	82	96	158	193	135	135	140	173	170	145	139
2005	110	87	92	58	55	82	136	120	142	157	162	165	114
2006	142	125	110	63	50	122	105	120	147	160	160	150	121
2007	110	110	108	60	77	78	80	70	106	110	100	102	93
2008	100	88	83	67	40	55	43	31	38	45	45	36	56
2009	13	14	20	20	19	19	28	32	33	35			19
2010	25	20	20	20	20	31	47	50	75	80	80	77	45
2011	60	78	50	30	43	78	68	45	60	60	60	52	57
2012	43	43	56	39	33	66	63	50	53	62	70	64	54

المصدر : وزارة الموارد المائية العراقية - مديرية الموارد المائية في محافظة ديالى

10.1 سد حميرين

تم التفكير بإنشاء سد في موقع جبل حميرين باسم مشروع خزان جبل طارق على نهر ديالى منذ الثلاثينيات من القرن العشرين، فقد أجرت (مؤسسة كودويلسون) الاستشارية البريطانية مسحا للموقع عند قرية (الطويلة) على بعد 15 كم من سد ديالى المنشأ حالياً على نهر ديالى لإقامة سد يخزن المياه إلى منسوب 103 م فوق مستوى سطح البحر. واقترح إنشاؤه بين سلسلتين من التلال هما سلسلة جبال حميرين وسلسلة جبال واطئة تعرف بسلسلة جبال (قره تبه) إذ يصب في هذا الموقع واديان كبيران هما (نارين) على الجانب الغربي و(كوردرة) من الجانب الشرقي .

وبعد اجراء فحوصات ومسح جيولوجي مكثف للموقع وجد ان موقع السد عند (الطويلة) غير ملائم واختير موقع آخر قرب الصخرة المعروفة ب(جبل طارق) يصلح لإقامة سد بارتفاع حوالي 25 م تخزن أمامه المياه لمنسوب 95 م فوق مستوى سطح البحر وقدرت سعة الخزن بحوالي (0.5) مليار م³ بهذا المنسوب ويغطي مساحة (108) كم² ويمتد الخزن المقترح داخل حوض (كوردره) لمسافة حوالي عشرة كيلومترات وداخل حوض وادي (نارين) لمسافة 15 كم من مقدم مصبه في نهر ديالى.

كما اجريت عدة دراسات لإنشاء سد حميرين ولم يستقر الرأي عليها ، وبعدها اثير موضوع سد جبل طارق من قبل الهيئة الفنية لمشروعات الري الكبرى برئاسة مستر (هيك) فاقترحت اقامة سد من النوع الحجري الاملائي (Gravel Fill) في موقع جبل طارق بارتفاع (36.5) م وحتى منسوب (106.5) م فوق مستوى سطح البحر على أن يكون مستوى الخزن أمام السد بمنسوب (103.5) م ويكون الخزن الإجمالي (2.33) مليار م³ .

ولما اتجهت النية إلى إنشاء مشروع سد دربندخان في أعالي نهر ديالى اجل النظر في مشروع خزان جبل طارق المقترح.

وبعد انجاز مشروع سد وخزان دربندخان عام 1961 وجد ان فيضانات نهر ديالى لم يعالجها السد المذكور معالجة تامة لأنه يقتصر على خزن المياه من القسم الأعلى لحوض النهر مقدم سد دربندخان، أما المياه المنحدرة من الروافد والسيول في مؤخر موقع السد اي بين السد وجبل حميرين فأنها تقع خارج نطاق سيطرة مشروع دربندخان، حيث ان مساحة الحوض بين دربندخان وموقع جبل طارق (حميرين) والبالغة 12944 كم² يتطلب امرار مياهها في مجرى النهر باتجاه الجنوب ولا بد من انشاء خزان في موقع جبل حميرين .

لذا تم تكليف مؤسسة (السير ام ماكدونالد Sir. M. Macdonald) الاستشارية البريطانية التي كانت تقوم بدراسة نهر ديالى فتوصلت بدراستها الهيدرولوجية للنهر أن هناك ضرورة لإنشاء سد للوقاية من أخطار الفيضان بالنسبة لمدينة بغداد وذلك في موقع جبل حميرين واقترح للسد مواصفات وتصاميم تعالج

فيها موضوع الفيضان بصورة رئيسية وجعل سعته (2.72) مليار م³ بمنسوب (105) م ولكن الخزن لأغراض الري كان قليلاً بموجب تقرير الاستشاريين ام ماكدونالد وشركاه المؤرخ في تموز 1959، (ماكدونالد، وشركائه، 1960).

إلا انه وجد إن هذه التصاميم لا تلبي الاحتياجات المطلوبة للري وتوليد الطاقة الكهرومائية ، لذلك فقد اوعز مجلس التخطيط في كانون الثاني 1966 الى شركة الاستشاريين (Energo Project) اليوغسلافية لإعداد تصاميم سد في موقع حميرين، تشمل التحريات والدراسات الهيدرولوجية وتوليد الطاقة الكهرومائية واختيار نوع السد الملائم والموقع ومحطة الكهرباء وكلفة الإنشاءات.

أنجزت الشركة اليوغسلافية الاستشارية (Energo Project) اعداد التقرير التخطيطي سنة 1970 محتوياً على نتائج التحريات التي نفذت بين عامي (1966-1969م) مع تصاميم السد والمنشآت الملحقة به وكذلك محطة توليد الطاقة الكهرومائية كما ناقش التقرير مناسب الخزن الموضوع سابقاً ثم وضعت الشركة الاستشارية تقريراً عن الدراسات الإضافية للسد سنة 1973 م واعدت مسودة التقرير ثم أنجزت التعديلات عليها من قبل استشاريين عالميين انتهت بوضع التقرير النهائي للدراسات الإضافية في حزيران 1974 وذلك في ضوء فيضان نهر ديالى سنة 1974، (Energo Project, 1974).

ثم قام الاستشاريون (Energo Project) بأجراء الدراسات والتحريات الإضافية حتى سنة 1976 وبعدها اعدوا التصاميم النهائية للسد ومنشآته وعهد إليهم الإشراف العام على المشروع بعد ان أحيل تنفيذه إلى شركة (هيدروكرادينيا اليوغسلافية) التي باشرت بالعمل في 1976/6/5 بينما قامت بالإشراف اليومي المنشأة العامة لسد حميرين التابعة لمديرية السدود والخزانات العامة احدى مديريات وزارة الري آنذاك، وانجز مشروع سد وخزان حميرين وتم تشغيله في حزيران 1981.

يقع سد حميرين على نهر ديالى بمسافة 120 كيلومتر شمال شرق بغداد و(6) كيلومترات جنوب اتصال (نهر نارين) بنهر ديالى وعلى بعد (10) كيلومترات من سد ديالى وهو الموقع الوحيد على نهر ديالى جنوب سد دربندخان الذي يحجز مياه

الفيضانات للجزء الواقع بين السدين.(وزارة الموارد المائية، دائرة التخطيط والمتابعة، موسوعة السدود في العراق) وقد صمم السد لخدمة الأغراض الآتية:

1- السيطرة على الفيضانات والمحافظه على أراضي ديالى السفلى ومدينة بغداد.
2-تنظيم مجرى نهر ديالى وتأمين المياه ل(300) ألف هكتار من الأراضي الزراعية.

3- إعادة تنظيم تصارييف المحطة الكهرومائية لدربنديخان وضمان الاستثمار الأمثل للطاقة في أعالي نهر ديالى .

4-توليد الطاقة الكهرومائية من السد بـ (50) ميغاواط /ساعة.

5-توفير جو سياحي في موقع السد.

أنشئ سد حمرين كسد ركامي ذو لب طيني وقشرة حصوية يبلغ ارتفاعه (40) م وطوله (3360) م عند القمة وبعرض (8) م وبمنسوب (109.5 م) فوق مستوى سطح البحر، ويبلغ المنسوب الأعلى مقدم السد في الفيضان(107.5) م وبحجم خزن(3.56) مليار م³ وبمساحة حوض خزن 450 كم².
يبلغ حجم الخزن الإجمالي للسد(2.60) مليار م³ منها (2.40) مليار م³ خزن حي وذلك بمنسوب (104) م فوق سطح البحر وتكون مساحة حوض الخزن (340) كم²، وللسد مسيل مائي عدد ابوابه (5) وعرض كل فتحة (10.6) م وارتفاع (12.5) م وأعلى تصريف محتمل للمسيل (6800) م³/ثا بمنسوب (107.5) م.

كما يحتوي السد على فتحات للري عددها (4) وبتصريف (62.5) م³/ثا لكل فتحة واكبر تصريف تصميمي للفتحات (250) م³/ثا.

يوجد في السد نفقان دائمان يمتدان من الخزان باتجاه المحطة الكهرومائية قطر كل منهما (6.60) م وهي من الخرسانة المبطنه ببطانة حديدية ويتفرع كل نفق إلى ثلاثة فروع احدها بقطر (5) م يؤدي الى المحطة والفرعان الآخران بقطر (3) أمتار لكل منهما تؤديان إلى فتحات الري.

اما المحطة الكهرومائية فهي مؤلفة من وحدتين سعة كل وحدة (25) ميغا

واط والطاقة التصميمية للمحطة (50) ميغاواط/ساعة.

يتكون مشروع سد حميرين من :-

أ- السد الرئيسي.

ب- المسيل المائي.

ج- منشأ المحطة الكهرومائية والانفاق ومنافذ الري.

د- السد الصغير.

تم إيضاح مواصفات السد والمسيل المائي والمحطة الكهرومائية ومنافذ الري

أنفأً.

أما السد الصغير فهو عبارة عن سد إملائي يبلغ طوله (700) م تم إنشاؤه على الوادي المؤدي إلى نهر ديالى مؤخر المحطة الكهرومائية وأقصى ارتفاع لهذا السد هو (14) م والغرض الرئيسي له هو حماية السد الرئيسي من طفح مياه الخزان عبر قمته نتيجة لزيادة الإيرادات المائية التي تزيد عن قدرة استيعاب المسيل المائي عندما يستمر منسوب الخزان بالارتفاع فوق منسوب (106) م فوق سطح البحر وعندما تكون هناك دلالات لتحقيق 70% من الفيضان الأقصى المحتمل، عند ذلك يتم تفجير الهامة الخرسانية لهذا السد الصغير من خلال أنابيب يتم ملؤها بمواد قابلة للتفجير بعدها تقوم المياه بتخريب جسم السد بتصريف قدره (6000) م³/ثا مما يساعد على تخفيف منسوب خزان سد حميرين وهو بمثابة مسيل مائي اضطراري يستخدم في الحالات الآتية :

أ- عندما يكون الإيراد المتوقع أكثر من 70% من الفيضان الأقصى المحتمل وتجاوز منسوب (106) م.

ب- عندما يتطلب التفريغ السريع للخزان لأي سبب كان.

ج- في حالة حصول انهيار في سد دربندخان، (وزارة الموارد المائية العراقية، موسوعة دوائر الري في العراق، 2005).

الفصل الثاني

الإطار النظري والدراسات السابقة

1.2 أهمية تقدير السعة التخزينية للسدود:

تتبع أهمية تقدير السعة التخزينية لأي سد في معرفة حجم المياه المتجمعة والتي يمكن استثمارها كما يمكن من خلال تقدير الخزين المائي معرفة كيفية إدارة الموارد المائية ضمن السد وفي تقدير السنوات التي يصل فيها السد إلى السعة القصوى وسنوات الجفاف، وبالتالي يمكن من خلال ذلك إدارة الموارد المائية المخزنة بالطريقة المثلى.

2.2 طرق تقدير السعة التخزينية للسدود:

يمكن أن تقسم الطرق التي يتم بواسطتها قياس السعة التخزينية للسدود إلى قسمين هما الطرق المبنية على القياسات الحقلية وتلك التي تستخدم المرئيات الفضائية. وسيتم التطرق أولاً للطرق الحقلية أو المباشرة ومن ثم يتم الحديث عن استخدام المرئيات الفضائية لقياس سعة السدود والترسبات في خزان السد.

1.2.2 الطرق المباشرة Direct Methods

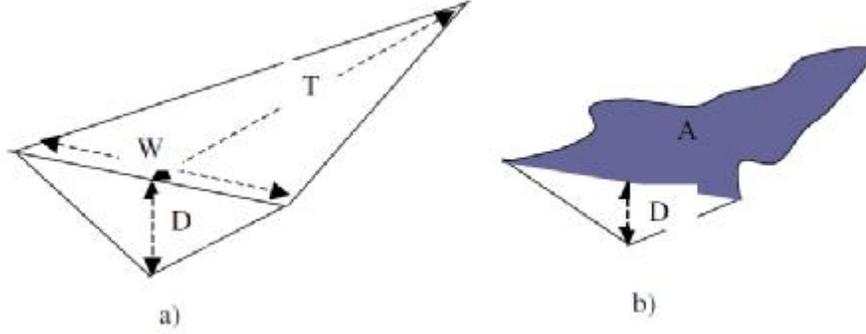
تحسب الحجم لتعيين كميات المياه التي يمكن خزنها أو استيعابها في الخزانات الكبيرة أمام السدود وتختلف طرق الحساب حسب الدقة المطلوبة وحجم وشكل وتضاريس قيعان تلك الخزانات فمثلاً "خزانات السدود الصغيرة يمكن الاعتماد على الطرق المباشرة في تقدير سعاتها التخزينية حسب المعادلة الآتية (SAWUNYAMA, 2005)

$$C=(A*D)/3 \dots\dots\dots(2.1)$$

حيث أن: C = السعة التخزينية م³ ، A = المساحة السطحية م² ، D: أكبر عمق للمياه م وهو الفرق بين اخفض منسوب في الخزان ومنسوب قمة المسيل المائي

أو المعادلة التالية: (Lawrence and Lo Cascio,2004)

$$C = K1 K2 D W T \quad \text{-----(2.2)}$$



الشكل (2.1)

حساب حجم السدود بالطرق المباشرة

حيث ان :

K1: ثابت على شكل المقطع الطولي

K2: ثابت ثاني يعتمد على شكل المقطع العرضي للخزان

D: أكبر عمق للمياه (م) وهو الفرق بين اخفض منسوب في الخزان ومنسوب قمة المسيل المائي

W: عرض سطح المياه للخزان (م) عندما يكون منسوب المياه بمنسوب المسيل المائي.

T: الامتداد الأفقي للمياه مقدم السد (م).

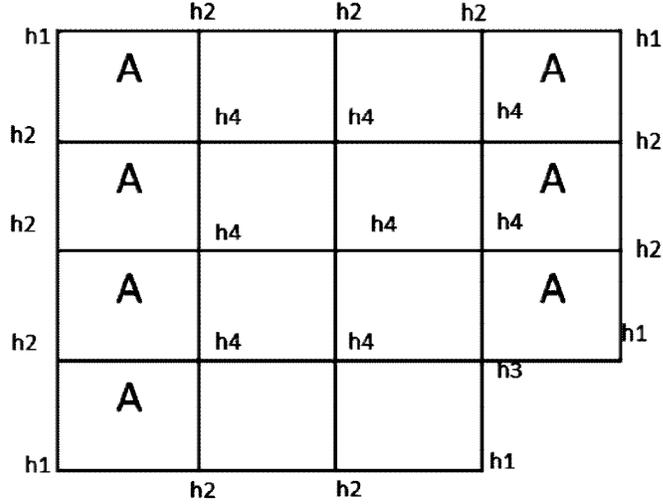
أما بالنسبة لحجوم الخزانات الكبيرة أو ذات الأشكال غير المنتظمة فتتبع قوانين وطرق مختلفة اعتماداً على نوعية الحجم المطلوب والدقة المطلوبة في الحساب والمعلومات المتوفرة لغرض الحساب ومن هذه الطرق ما يأتي:

2.2.2 تقدير الحجم باستخدام التسوية (Vol. from spot heights)

تستخدم عملية تسوية لشبكة مربعات تشكل مساحة الخزان حيث تؤخذ مناسب أركان المربعات لسطح الأرض الطبيعية قبل غمر الخزان والفرق بين

منسوب المياه المحجوزة وتلك المناسب يمثل عمق المياه في كل ركن من أركان المربعات ، وهكذا يمكن حساب الحجم الكلي للخرزان من مجموع حاصل ضرب متوسط عمق المياه لكل مربع في مساحة المربع الواحد

حيث أن :
 =A مساحة المربع الواحد
 = h1,h2,h3,h4 أعماق المياه لكل ركن
 من اركان المربعات المشتركة في حساب
 متوسط عمق المياه لمرة واحدة ومرتين
 وثلاث واربع على التوالي.



الشكل (2.2)

الحجم باستخدام التسوية

$$\text{Vol.} = A \left(\frac{\sum h1 + 2\sum h2 + 3\sum h3 + 4\sum h4}{4} \right) \quad \text{-----}(2.3)$$

حيث أن :

=A مساحة المربع الواحد

= h1, h2, h3, h4 = أعماق المياه لكل ركن من اركان المربعات المشتركة

في حساب متوسط عمق المياه لمرة واحدة ومرتين وثلاث واربع على التوالي.

3.2.2 حساب الحجم من خطوط الكنتور Volumes from Contours

هناك طرق عديدة لحساب كميات المياه التي تستوعبها

الخرزانات او الأراضي المنخفضة ومن هذه الطرق المتبعة ما يأتي :

أ- طريقة المقاطع العرضية :

حيث يمكن رسم خطوط مستقيمة تقطع خطوط الكنتور وعلى فترات متساوية

(فوق الخارطة الكنتورية او الطوبوغرافية) ثم تؤخذ مناسب النقاط على امتداد هذه

الخطوط وفي مواقع تقاطعها مع خطوط الكنتور ويرسم مقطع عرضي لكل خط مستقيم (وحسب طول المنطقة المراد حساب الكميات فيها) ثم يستخرج الحجم الكلي بقانون متوسط القاعدتين والذي يعد أكثر القوانين استخداما "وشيوعا" لسهولة حيث يمثل الحجم بين أي مقطعين متتاليين بحجم منشور ناقص ارتفاعه يساوي المسافة بين المقطعين وقاعدته تساوي متوسط أو معدل مساحتي المقطعين في النهايتين

$$\text{Vol. 1-2} = (L_{1-2}) * ((A_1 + A_2) / 2)$$

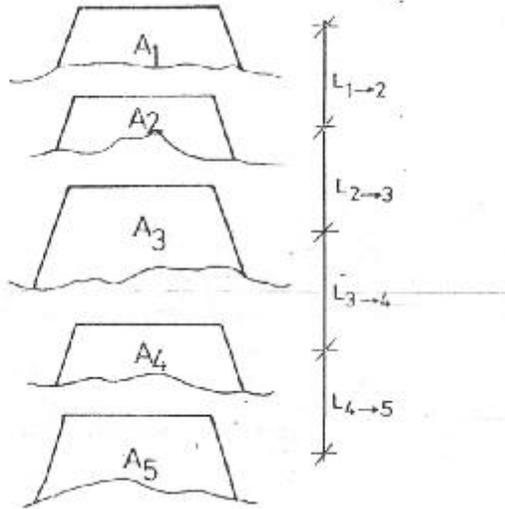
$$\text{Vol. 2-3} = (L_{2-3}) * ((A_2 + A_3) / 2)$$

$$\text{Vol. 3-4} = (L_{3-4}) * ((A_3 + A_4) / 2)$$

$$\text{Vol. 4-5} = (L_{4-5}) * ((A_4 + A_5) / 2)$$

حيث ان : A_1 و A_2 و A_3 و A_4 و A_5 هي مساحات المقاطع العرضية المحسوبة و L_{1-2} و L_{2-3} و L_{3-4} و L_{4-5} هي المسافات الأفقية بين المقاطع المتتالية ، وعلى فرض ان المسافات بين كل مقطعين متتاليين متساوية وتساوي (L) وعدد المقاطع يساوي (n) ، فإن الحجم الكلي يساوي:

$$\text{Total Volume}_{1-n} = L((A_1 + A_n) / 2) + A_2 + A_3 + \dots + A_{n-1} \dots (2-4)$$



الشكل (2.3) المصدر: (البكر، 1989)

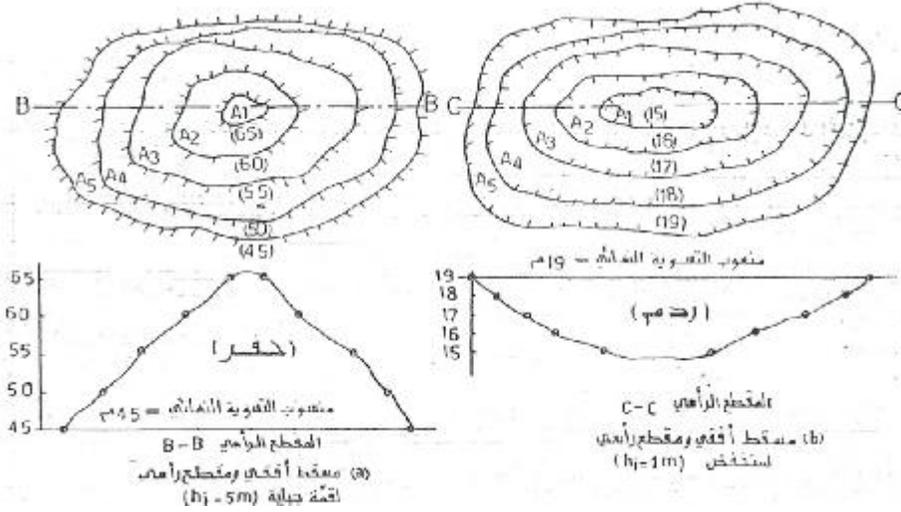
مخطط يوضح قانون متوسط مساحة القاعدتين لحساب الحجم

ب- طريقة مناسبة للنقاط لشبكة تربيعة :

حيث ترسم شبكة تربيعة فوق الخارطة الكنتورية وتسجل مناسب اركان هذه الشبكة. ثم تطرح هذه المناسيب من منسوب المياه المطلوب للحصول على اعماق المياه ويحسب الحجم الكلي من المعادلة (2.3).

ج- استخدام جهاز البلانيمتر لقياس المساحات المحصورة بخطوط الكنتور :

يمكن استخدام جهاز البلانيمتر لقياس المساحات المحصورة بخطوط الكنتور ومن ثم أخذ الفترة الكنتورية بنظر الاعتبار لغرض حساب الحجم الكلي لسعة الخزان باستخدام قانون متوسط القاعدتين السابق (2-4).

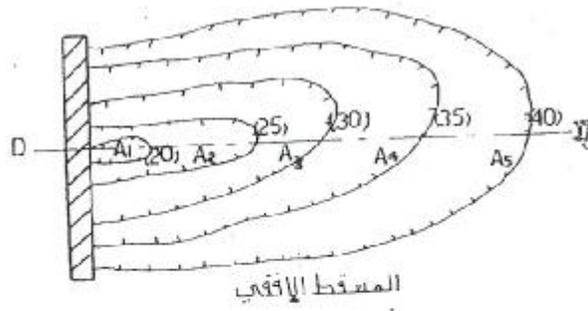


الشكل (2.4) المصدر: (البكر، 1989)

مخطط يوضح إيجاد المساحات المحصورة بين خطوط الكنتور ثم إيجاد الحجم

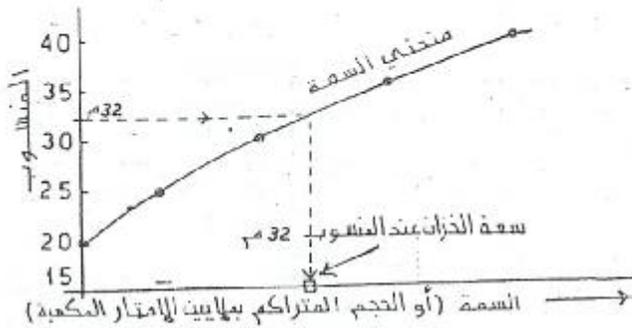
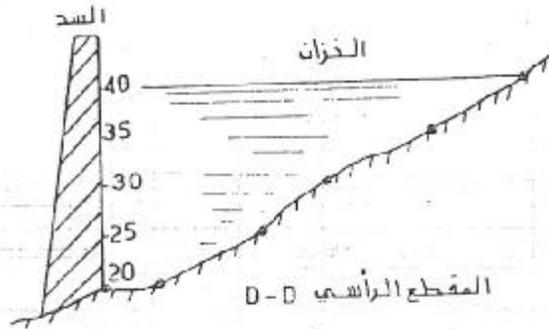
3.2 حساب سعة الخزان ومنحنى السعة التخزينية:

يمكن حساب حجم كميات المياه لأي منسوب محدد، وذلك بقياس المساحة المحصورة ضمن كل خط كنتور باستخدام البلانيمتر وأخذ الفترة الكنتورية بنظر الاعتبار وحساب الحجم الجزئية ثم الحجم المتراكمة للمياه (أو السعة للخزان) وحتى أعلى منسوب للسد الخاص بالخزان. ثم يرسم منحنى السعة للخزان برسم المناسيب كمحور صادي وسعة الخزان كمحور سيني، وبذلك يمكن معرفة كميات المياه في أي وقت وحسب المنسوب المؤشر على مسطرة القياس في السد.



جدول الحسابات (2.1)

المترام	المساحة (م ²)	الحجم (م ³)	المساحة أو الحجم المترام
20	~~~~	_____	0.00
25	~~~~	_____	_____
30	~~~~	_____	=====
35	~~~~	_____	=====
40	~~~~	_____	=====



الشكل (2.5)

مخطط يوضح أسلوب رسم منحنى السعة التخزينية باستخدام الخارطة الكنتورية
المصدر: (البكر، 1989)

4.2 طرق استقطاع وحساب مساحة الأجسام المائية من المرئيات الفضائية
باستخدام وسائل وتقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية
يمكن مراقبة الظواهر الجغرافية والتغيرات البيئية على سطح الأرض ومن هذه
الظواهر تحديد امتدادات المسطحات المائية ومراقبة التغيرات في مساحات هذه
المسطحات واستقطاع أجسامها المائية بالاعتماد على الخصائص الطيفية والزمنية

والمكانية للمرئيات الفضائية وفيما يلي قسم من الطرق التي تستخدم لاستقطاع الأجسام المائية:

أولاً: طريقة الترقيم اليدوي Manual Digitizing وتتم باستخدام أدوات نظم المعلومات الجغرافية مثل (برنامج Arc GIS) والتي تكمن أهميتها بقدرتها على تمثيل المعالم الجغرافية تمثيلاً دقيقاً مما يجعلها مفيدة في مهام التحليل المكاني والتي تتطلب تحديد المواقع بدقة كما في التطبيقات الهندسية والمساحية.

ثانياً: باستخدام تطبيقات الاستشعار عن بعد مثل:

1- التصنيف الموجه (supervised Classification) يعرف تصنيف الصورة Image Classification في الاستشعار عن بعد بأنه عملية آلية لتحويل صورة الاستشعار عن بعد الرقمية إلى خارطة موضوعية تبين استخدامات وغطاءات الأرض land use & land covers وذلك بناء على تجانس أطراف الظواهر الجغرافية في الصورة.

2- مؤشر Normalized Difference Water Index NDWI

3- مؤشر Modified Normalized Difference Water Index MNDWI

المؤشرين الاختلاف المائي المعايير NDWI و مؤشر الاختلاف المائي المعايير المعدل MNDWI يعتبران من طرق التحسين الطيفي وهما تحويلين رياضيين غير خطيين يستخدمان لإبراز المناطق المغطاة بالمياه.

5.2 الدراسات السابقة

1.5.2 دراسات سابقة لحساب سعة الخزانات باستخدام الطرق غير المباشرة:

إضافة إلى الطرق المباشرة التي مر ذكرها فإن هناك طرق غير مباشرة ذكرت بدراسات سابقة لتقدير السعة التخزينية للسدود منها ما يعتمد على العلاقة القوية بين المساحة السطحية للمياه والسعة التخزينية حيث يتم احتساب المساحة السطحية من الخرائط الطبوغرافية أو من المرئيات الفضائية ومن ثم يتم تطبيق بعض المعادلات الرياضية نذكر منها:

قام (Meigh, 1995) بحساب السعة التخزينية من المساحة السطحية المقاسة من الخرائط الطبوغرافية وبموجب المعادلة الآتية:

$$C = 7.381 * A^{1.251} \dots\dots\dots (2.5)$$

حيث ان :

$$C = \text{السعة التخزينية بالألف م}^3$$

$$A = \text{المساحة السطحية بالهكتار (1 هكتار = } 10000 \text{ م}^2 \text{)}$$

وقد ذكر (Liebe, 2002) انه يمكن حساب السعة بالاعتماد على المساحة السطحية لمياه السد والمقاسة من المرئيات الفضائية باستخدام المعادلة الآتية:

$$C = 0.00857 * A^{1.4367} \dots\dots\dots (2.6)$$

حيث ان:

$$C = \text{السعة التخزينية ب (م}^3 \text{)}$$

$$A = \text{المساحة السطحية (م}^2 \text{)}$$

اما (Mitchell, 1976) فقد قام بإيجاد علاقة رياضية حسب من خلالها السعة التخزينية للسدود والخزانات الكبيرة بتطبيق معادلة رياضية مشتقة من الانحدار الخطي للرسم البياني اللوغاريتمي بين السعة التخزينية والمساحة السطحية

$$C = 2.646 * A^{1.5} \dots\dots\dots (2.7)$$

حيث ان:

$$C = \text{السعة التخزينية ب (1000 م}^3 \text{)}$$

$$A = \text{المساحة السطحية بالهكتار}$$

في دراسة (Mazvimavi, 2004) لتقييم الموارد المائية في زمبابوي اقترح استخدام العلاقة الآتية في حساب السعة التخزينية للسدود متوسطة الحجم :

$$C = 0.770 * A^{1.299} \dots\dots\dots (2.8)$$

حيث ان :

$$C = \text{السعة التخزينية ب (م}^3 \text{)}$$

A = المساحة السطحية بالهكتار

وتبعاً لدراسة (Sugunan, 1997) وجد ان هناك علاقة رياضية يمكن اعتمادها لتقدير المساحة السطحية من معرفة السعة التخزينية للسدود الصغيرة وكالاتي :

$$A = 0.215 * Capacity^{0.7401} \dots\dots(2.9)$$

حيث ان :

Area = المساحة السطحية ب (م²)

Capacity = السعة التخزينية ب (1000) م³

اجرى (الانصاري، 2006)، دراسة لحساب الخزين الفعلي لخزان سد شرحبيل بن حسنة وذلك باستخدام جهاز سير الغور حيث تم مسح أحد عشر مقطعا طوليا وعرضيا وتبين أن سعة خزان السد هي 2.78 مليون متر مكعب. هذه الأرقام تشير إلى أن ما يقارب 46 ألف متر مكعب من الرسوبيات يتم جرفها من حوض السد إلى الخزان سنوياً.

ووظف (الحمامي، 2010) وسائل الاستشعار عن بعد لدراسة طبوغرافية بحيرة سد الموصل معتمداً على بيانات الأقمار الصناعية والتي تسمى بنماذج الارتفاعات الرقمية DEM وأضفى تقدماً ملحوظاً على تحليل التضاريس والدراسات المورفومترية المتعلقة بها بشكل يوفر الدقة والسهولة والسرعة وبكلفة منخفضة نسبياً قياساً بالمسح الميداني الأرضي. كما استخدم (داود، 2002) أحدث تقنيات الأقمار الصناعية لتحديد حجم المنخفضات لمشروعات إدارة الموارد المائية. ودرس (الأنصاري وآخرون، 2013)، تقييم خصائص الرسوبيات ومنحنى السعة لخزان سد الموصل، العراق. وتم استخدام نتائج المسح الباثومتري (اعماق السد) لتقييم خصائص الترسيب في خزان سد الموصل الواقع على نهر دجلة شمال العراق.

ومن الدراسات الأجنبية دراسة ساويوناما (SAWUNYAMA, 2005) الذي قام بتقدير السعة التخزينية لعدد من السدود الصغيرة في زمبابوي Zimbabwe في الهند باستخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية لحساب

المساحة السطحية لتلك السدود وبالاعتماد على المرئيات الفضائية المأخوذة من القمر الصناعي لاندسات5.

كما درس (Thomas, 2009) السعة التخزينية لسد شترونجي Shetrunji الواقع بالهند باستعمال المرئيات الفضائية والاستشعار عن بعد وقام باستقطاع الجسم المائي للسد باستخدام مؤشر الاختلاف المائي NDWI ، وتوصل الى علاقة رياضية بين مساحة المياه السطحية والسعة التخزينية للسد.

وقام (Kelly R. McPherson, 2009) بتحليل طرق تعيين السعة التخزينية والترسبات في سد لوك لوموند Loch Lomond Reservoir في كاليفورنيا California. واستعان (Rodrigues, 2008) بتقنيات الاستشعار عن بعد في حساب السعة التخزينية لمجموعة من السدود الصغيرة المقامة في حوض نهر بريتو Preto River Basin في البرازيل. كما قام (Yutsis, 2013) بعمل خريطة طبوغرافية لقاع سد سيريو برتو Cerro Prieto في نيو مكسيكو NE Mexico بالاعتماد على معلومات المسح الباثومتري للسد وقدر معدل تراكم الرسوبيات ونقصان السعة التخزينية للسد.

اما بالنسبة للدراسة الحالية فقد اختلفت عن الدراسات السابقة من حيث المنطقة ومنهجية الدراسة وتطبيق طريقة جديدة غير مباشرة لاستنباط السطح الطبوغرافي لقاع بحيرة سد حمريين بالاعتماد كلياً على المرئيات الفضائية.

الفصل الثالث

المنهجية والتصميم

1.3 المنهجية

اعتمدت الدراسة الحالية على معالجة وتحليل المرئيات الفضائية الخاصة بالقمر الصناعي لاندسات (8,7,5) والتي تحمل المستشعرات (OLI/TIRS,ETM+,TM) ذات الدقة المكانية 30*30 م ونموذج ارتفاعات رقمي (DEM) وبدقة (1ARC-SECOND) للقمر الصناعي ASTER والتي تم الحصول عليها من موقع المساحة الأمريكية (USGS) [/https://earthexplorer.usgs.gov](https://earthexplorer.usgs.gov) كمصادر أولية للبيانات، اما بالنسبة لمصادر البيانات الثانوية فقد اعتمدت على المعلومات التصميمية والمخططات التنفيذية المتوفرة في مكتبة إدارة مشروع سد حميرين بالإضافة إلى البيانات الحقلية المأخوذة من السجلات اليومية لمناسيب وتصاريح البحيرة المثبتة في مديرية الموارد المائية لمحافظة ديالى. وقد اعتمدت الدراسة لتحقيق أهدافها على المراحل التالية :-

1- الحصول على التصاميم الهندسية والمواصفات الفنية والمخططات و الخرائط التي تم تنفيذ السد بموجبها. مثل جدول الحسابات التصميمي للسعة التخزينية مع المنسوب ومنحنى السعة التخزينية التصميمي والخرائط الطبوغرافية وخريطة الموقع العام، مثل الجداول (3.1) و(3.2) والأشكال مثل (3.1) و (3.2) والتي تم الحصول عليها من مكتبة إدارة سد حميرين ومن التقارير والمخططات والخرائط العائدة للشركة المصممة شركة انيركوبروجكت .ENERGOPROJECT

2- الحصول على المرئيات الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة للفترة من شهر تشرين الأول من عام 2008 ولغاية تاريخ الدراسة (وقد تم اختيار المرئية الأولى بتاريخ 2008/10/24 لان منسوب المياه في السد وصل الى أخفض منسوب والذي بلغ 84,4 م وهو منسوب عتبة منافذ الري فيه أي ان المياه لن تمر عبر السد اذا كان منسوبها اقل)، وتم استخدام 37 مرئية للقمر لاندسات متعددة الاطراف وبقدرة تمييزية 30*30 م، ويوضح الجدول (3.3)

المرئيات الفضائية التي استخدمت بالدراسة وتاريخ التقاطها ومنسوب مياه السد الفعلي بتاريخ كل مرئية.

3- تم تحليل وتصنيف كل مرئية فضائية واستخلاص وتحديد الحدود الخارجية لمياه السد باستخدام برنامج ERDAS EMAGINE 2014 بالاعتماد على طريقتين تقنيتين وهما مؤشر الاختلاف المائي المعدل (MNDWI) وعلى مؤشر الاختلاف المائي (NDWI) وتم اعتماد الطريقة التي تعتمد على مؤشر (NDWI) لان المساحات الناتجة من استخدام المؤشر (MNDWI) كانت اكبر من المساحات في بداية تشغيل السد لنفس المنسوب. وكما موضح بالفقرة (3.3.2) والجدول رقم (3.4) والشكل رقم (3.3).

4- ترقيم ورسم محيط المياه الخارجي للبحيرة (الحد الفاصل بين المياه واليابسة) باستخدام الأدوات الموجودة ضمن بيئة برنامج ArcGIS.

5- إنتاج خارطة كنتورية حديثه لقاع البحيرة بالاعتماد على محيط المياه الخارجي للبحيرة والناتج من كل مرئية واعتباره يمثل خط كنتوري له منسوب فعلي يؤخذ من السجل اليومي للبحيرة بنفس تاريخ المرئية.

6- باستخدام أدوات التحليل ثلاثي الأبعاد (3D Analyst) في برنامج ArcGIS تم انتاج نموذج ارتفاعات رقمي (DEM) بالاعتماد على الخارطة الكنتورية الناتجة من المرئيات الفضائية.

7- باستخدام برنامج ArcGIS تم تحليل السطح الطبوغرافي الجديد والناتج من المرئيات الفضائية، وإيجاد السعة التخزينية والمساحة السطحية للسد عند كل منسوب للمياه فيه ، ومن هذه المعلومات تم عمل جداول لرسم منحنيات العلاقة الفعلية بين مناسيب المياه والسعة التخزينية و بين المساحة السطحية والسعة التخزينية.

8- تم حساب كمية الترسبات في الفترة من تشغيل السد لغاية تاريخ الحصول على المرئيات والذي يمثل الفرق في السعة التخزينية بين السعة التصميمية والمحسوبة بالاعتماد على المسوحات الأولية (قبل تشغيل السد في عام

1981) والسعة التخزينية الفعلية والتي تم اشتقاقها من المرئيات الفضائية الحديثة.

الجدول (3.1)

مناسيب المياه الفعلية في سد حميرين لشهر تشرين الأول للأعوام
من 2016-2008

مناسيب بحيرة حميرين لشهر تشرين الأول 2016													
الملاحظات	شعبة الحاسبة							الخزين	عام 2016		التاريخ	الأيام	
	المنسوب لعام 2008	المنسوب لعام 2009	المنسوب لعام 2010	المنسوب لعام 2011	المنسوب لعام 2012	المنسوب لعام 2013	المنسوب لعام 2015		المنسوب لعام 2016	الوارد م ³			المطلق م ³
الأمطار صفر	84.49	87.68	99.50	94.70	95.54	97.89	93.28					2015/10/01	السبت
الأمطار صفر	84.46	87.57	99.48	94.66	95.50	97.81	93.22	2.0474	102.8600	120	55	2015/10/02	الأحد
الأمطار صفر	84.38	87.50	99.47	94.61	95.48	97.85	93.18	2.0417	102.8640	120	54	2015/10/03	الاثنين
الأمطار صفر	84.32	87.45	99.45	94.58	95.46	97.80	93.12	2.0361	102.8200	110	45	2015/10/04	الثلاثاء
الأمطار صفر	84.28	87.42	99.43	94.53	95.42	97.76	93.06	2.0304	102.8000	110	44	2015/10/05	الأربعاء
الأمطار صفر	84.15	87.39	99.41	94.50	95.40	97.74	93.04	2.0247	102.7800	110	44	2015/10/06	الخميس
الأمطار صفر	84.12	95.41	95.40	94.39	95.38	97.72	93.00	2.0191	102.7600	110	45	2015/10/07	الجمعة
الأمطار صفر	84.11	87.30	99.37	94.42	95.34	97.68	92.95	2.0134	102.7400	110	44	2015/10/08	السبت
الأمطار صفر	84.11	87.24	99.34	94.38	95.30	97.66	92.90	2.0078	102.7200	110	45	2015/10/09	الأحد
الأمطار صفر	84.13	87.20	99.31	94.36	95.28	97.63	92.86					2015/10/10	الاثنين
الأمطار صفر	84.17	87.10	99.30	94.32	95.26	97.60	92.82					2015/10/11	الثلاثاء
الأمطار صفر	84.18	87.02	99.27	94.28	95.24	97.57	92.78					2015/10/12	الأربعاء
الأمطار صفر	84.20	86.94	99.24	94.25	95.20	97.54	92.74					2015/10/13	الخميس
الأمطار صفر	84.20	86.90	99.22	94.22	95.18	97.51	92.70					2015/10/14	الجمعة
الأمطار صفر	84.24	86.88	99.20	94.18	95.16	97.48	92.66					2015/10/15	السبت
الأمطار صفر	84.24	86.84	99.18	94.15	95.14	97.45	92.62					2015/10/16	الأحد
الأمطار صفر	84.21	86.80	99.15	94.12	95.12	97.43	92.58					2015/10/17	الاثنين
الأمطار صفر	84.20	86.72	99.12	94.10	95.10	97.41	92.54					2015/10/18	الثلاثاء
الأمطار صفر	84.21	86.67	99.10	94.08	95.08	97.38	92.52					2015/10/19	الأربعاء
الأمطار صفر	84.21	86.64	99.08	94.05	95.06	97.36	92.50					2015/10/20	الخميس
الأمطار صفر	84.30	86.62	99.06	94.02	95.04	97.34	92.50					2015/10/21	الجمعة
الأمطار صفر	84.33	86.60	99.03	93.98	95.04	97.32	92.42					2015/10/22	السبت
الأمطار صفر	84.38	86.56	99.00	93.96	95.02	97.30	92.42					2015/10/23	الأحد
الأمطار صفر	84.40	86.50	98.98	93.93	95.04	97.28	92.34					2015/10/24	الاثنين
الأمطار صفر	84.46	86.46	98.95	93.90	95.06	97.26	92.30					2015/10/25	الثلاثاء
الأمطار صفر	84.85	86.43	98.93	93.88	95.06	97.24	92.26					2015/10/26	الأربعاء
	88.05	86.40	98.90	93.87	95.10	97.24	92.24					2015/10/27	الخميس
	88.85	86.35	98.88	93.86		97.22	92.22					2015/10/28	الجمعة
	89.36	86.40	98.86	93.86	95.12	97.19	92.18					2015/10/29	السبت
	89.56	86.56	98.82	93.88	95.12	97.17	92.98					2015/10/30	
	90.02	87.30	98.80	93.91	95.12	97.15	93.98					2015/10/31	
المعدل	85.10	86.85	99.56							112.50	47.00		

المصدر : وزارة الموارد المائية العراقية - مديرية الموارد المائية في محافظة ديالى

الجدول (3.2)

السعة التخزينية عند بداية تشغيل سد حميرين مع المنسوب

Level	Capacity	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
92.0	0.246	0.2467	0.2475	0.2482	0.249	0.2497	0.2504	0.2512	0.2519	0.2527
92.1	0.2534	0.2541	0.2549	0.2556	0.2564	0.2571	0.2578	0.2586	0.2593	0.2601
92.2	0.2608	0.2615	0.2623	0.263	0.2638	0.2645	0.2652	0.266	0.2667	0.2675
92.3	0.2682	0.2689	0.2697	0.2704	0.2712	0.2719	0.2726	0.2734	0.2741	0.2749
92.4	0.2756	0.2763	0.2771	0.2778	0.2786	0.2793	0.28	0.2808	0.2815	0.2823
92.5	0.283	0.2837	0.2845	0.2852	0.286	0.2867	0.2874	0.2882	0.2889	0.2897
92.6	0.2904	0.2911	0.2919	0.2926	0.2934	0.2941	0.2948	0.2956	0.2963	0.2971
92.7	0.2978	0.2985	0.2993	0.3	0.3008	0.3015	0.3022	0.303	0.3037	0.3045
92.8	0.3052	0.3056	0.3067	0.3074	0.3082	0.3089	0.3096	0.3104	0.3111	0.3119
92.9	0.3126	0.3133	0.3141	0.3148	0.3156	0.3163	0.317	0.3178	0.3185	0.3193
93.0	0.32	0.3209	0.3218	0.3226	0.3235	0.3244	0.3253	0.3262	0.327	0.3279
93.1	0.3288	0.3297	0.3306	0.3314	0.3323	0.3332	0.3341	0.335	0.3358	0.3367
93.2	0.3376	0.3385	0.3394	0.3402	0.3411	0.342	0.3429	0.3438	0.3446	0.3455
93.3	0.3464	0.3473	0.3482	0.349	0.3499	0.3508	0.3517	0.352	0.3534	0.3543
93.4	0.3552	0.3561	0.357	0.3578	0.3587	0.3596	0.3605	0.3614	0.3622	0.3631
93.5	0.364	0.3649	0.3658	0.3666	0.3675	0.3684	0.3693	0.3702	0.371	0.3719
93.6	0.3728	0.3737	0.3746	0.3754	0.3763	0.3772	0.3781	0.379	0.3798	0.3807
93.7	0.3816	0.3825	0.3834	0.3842	0.3851	0.386	0.3869	0.3878	0.3886	0.3895
93.8	0.3904	0.3913	0.3922	0.393	0.3939	0.3948	0.3957	0.3966	0.3974	0.3983
93.9	0.3992	0.4001	0.401	0.4018	0.4027	0.4036	0.4045	0.4054	0.4062	0.4071
94.0	0.408	0.409	0.4101	0.4111	0.4122	0.4132	0.4142	0.4153	0.4163	0.4174
94.1	0.4184	0.4194	0.4205	0.4215	0.4226	0.4236	0.4246	0.4257	0.4267	0.4278
94.2	0.4288	0.4298	0.4309	0.4319	0.433	0.434	0.435	0.4361	0.4371	0.4382
94.3	0.4392	0.4402	0.4413	0.4423	0.4434	0.4444	0.4454	0.4465	0.4475	0.4486
94.4	0.4496	0.4506	0.4517	0.4527	0.4538	0.4548	0.4558	0.4569	0.4579	0.459
94.5	0.46	0.461	0.4521	0.4631	0.4642	0.4652	0.4662	0.4673	0.4683	0.4694
94.6	0.4704	0.4714	0.4725	0.4735	0.4746	0.4756	0.4766	0.4777	0.4787	0.4798
94.7	0.4808	0.4818	0.4829	0.4839	0.485	0.486	0.487	0.4881	0.4891	0.4902
94.8	0.4912	0.4922	0.4933	0.4943	0.4954	0.4964	0.4974	0.4985	0.4995	0.5006
94.9	0.5016	0.5026	0.5037	0.5047	0.5058	0.5068	0.5078	0.5089	0.5099	0.511

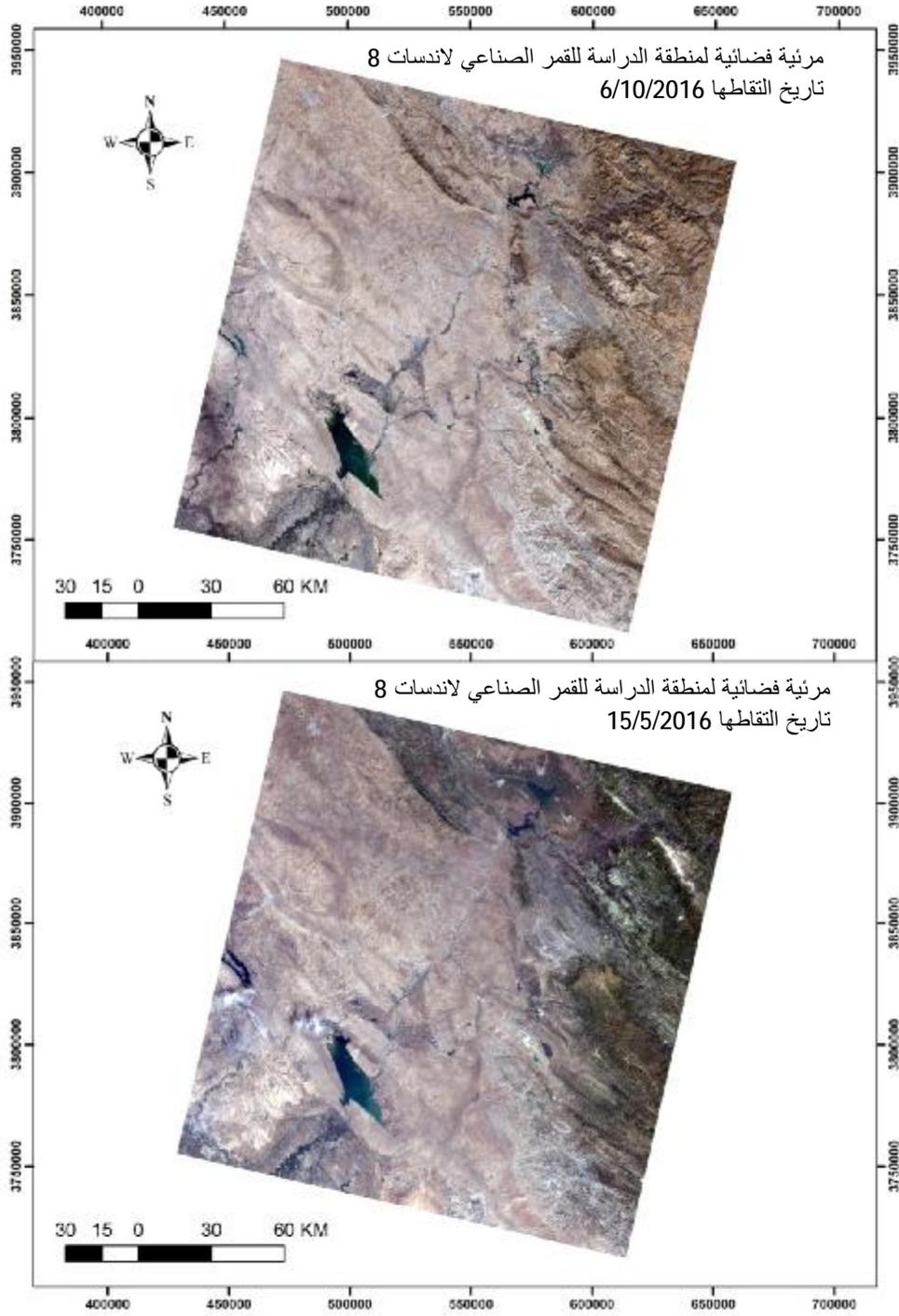
المصدر : وزارة الموارد المائية العراقية، الدليل التشغيلي لسد حميرين، شركة Energo Project

الجدول (3.3)

المرئيات الفضائية التي تم الحصول عليها ومناسيب المياه الفعلية في السد بتاريخ التقاط كل مرئية

المنسوب	القمر	التاريخ	ت
84.4	Land sat 7 ETM+	2008/10/24	1
86.67	Land sat 5 TM	2009/10/19	2
87.5	Land sat 5 TM	2009/10/03	3
88.5	Land sat 7ETM+	2009/06/18	4
90.26	Land sat 5 TM	2009/08/16	5
90.93	Land sat 5 TM	2009/07/31	6
91.62	Land sat 5 TM	2009/07/15	7
92.22	Land sat 5 TM	2009/06/29	8
92.5	Land sat 8	2015/10/20	9
93.12	Land sat 8	2015/10/04	10
93.9	Land sat 8	2015/09/18	11
94.34	Land sat 8	2015/09/02	12
94.46	Land sat 8	2015/08/17	13
94.56	Land sat 8	2015/08/01	14
94.6	Land sat 8	2015/07/16	15
94.81	Land sat 8	2015/06/30	16
95.11	Land sat 8	2015/06/14	17
96.41	Land sat 8	2015/04/27	18
97.22	Land sat 8	2015/06/26	19
97.46	Land sat 8	2015/02/22	20
97.5	Land sat 8	2015/03/10	21
97.78	Land sat 8	2015/02/06	22
98.1	Land sat 8	2015/11/21	23
98.58	Land sat 8	2015/12/07	24
99.66	Land sat 8	2016/01/24	25
100.46	Land sat 8	2016/02/09	26
100.76	Land sat 8	2016/02/25	27
101.08	Land sat 8	2016/03/12	28
102.78	Land sat 8	2016/10/06	29
103.16	Land sat 8	2016/09/20	30
103.46	Land sat 8	2016/07/18	31
103.48	Land sat 8	2016/07/02	32
103.48	Land sat 8	2016/09/04	33
103.52	Land sat 8	2016/08/03	34
103.52	Land sat 8	2016/05/15	35
103.54	Land sat 8	2016/05/31	36
103.62	Land sat 8	2016/08/19	37

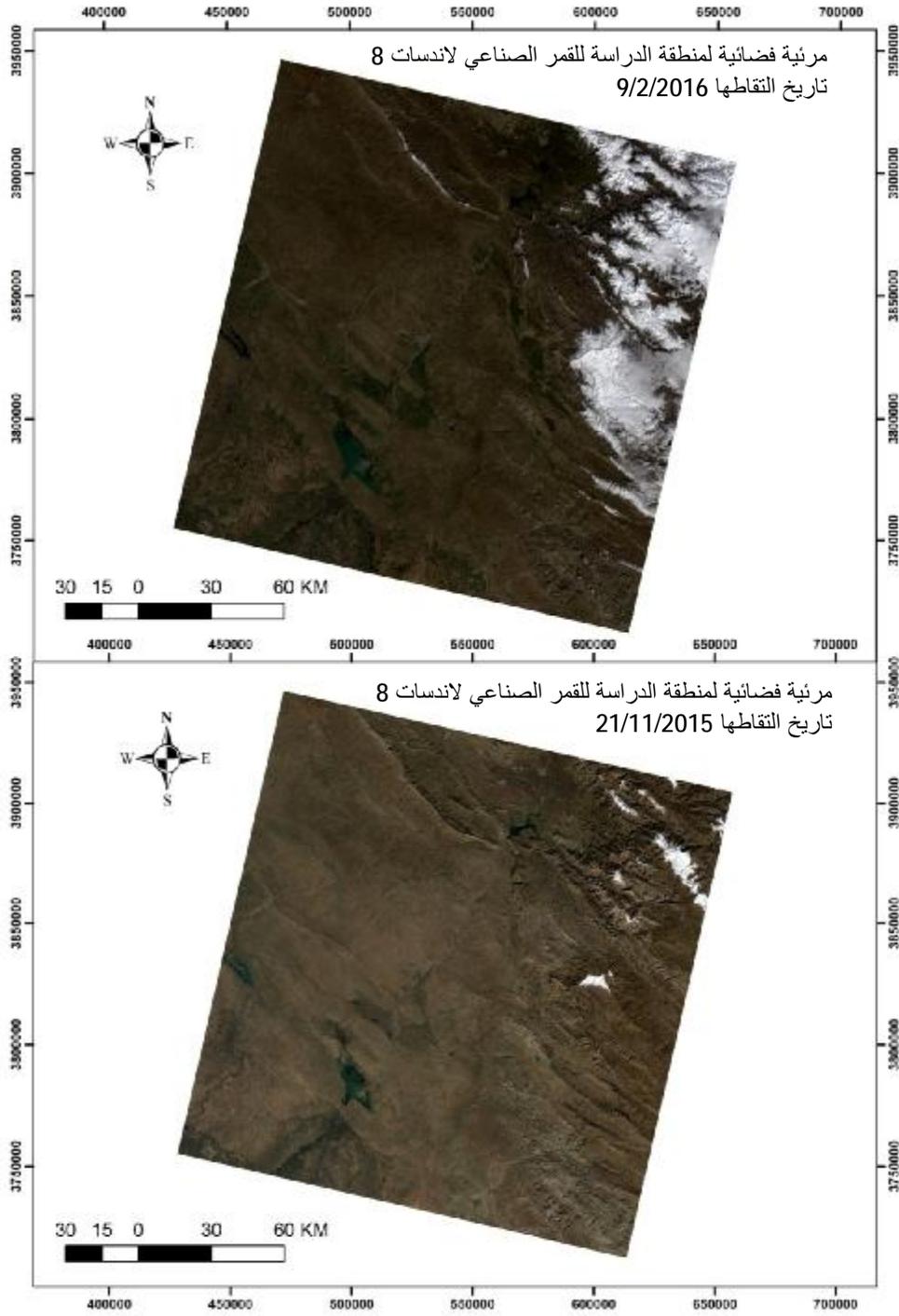
المصدر: من عمل الباحث



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على موقع هيئة المسح الجيولوجي الامريكية USGS

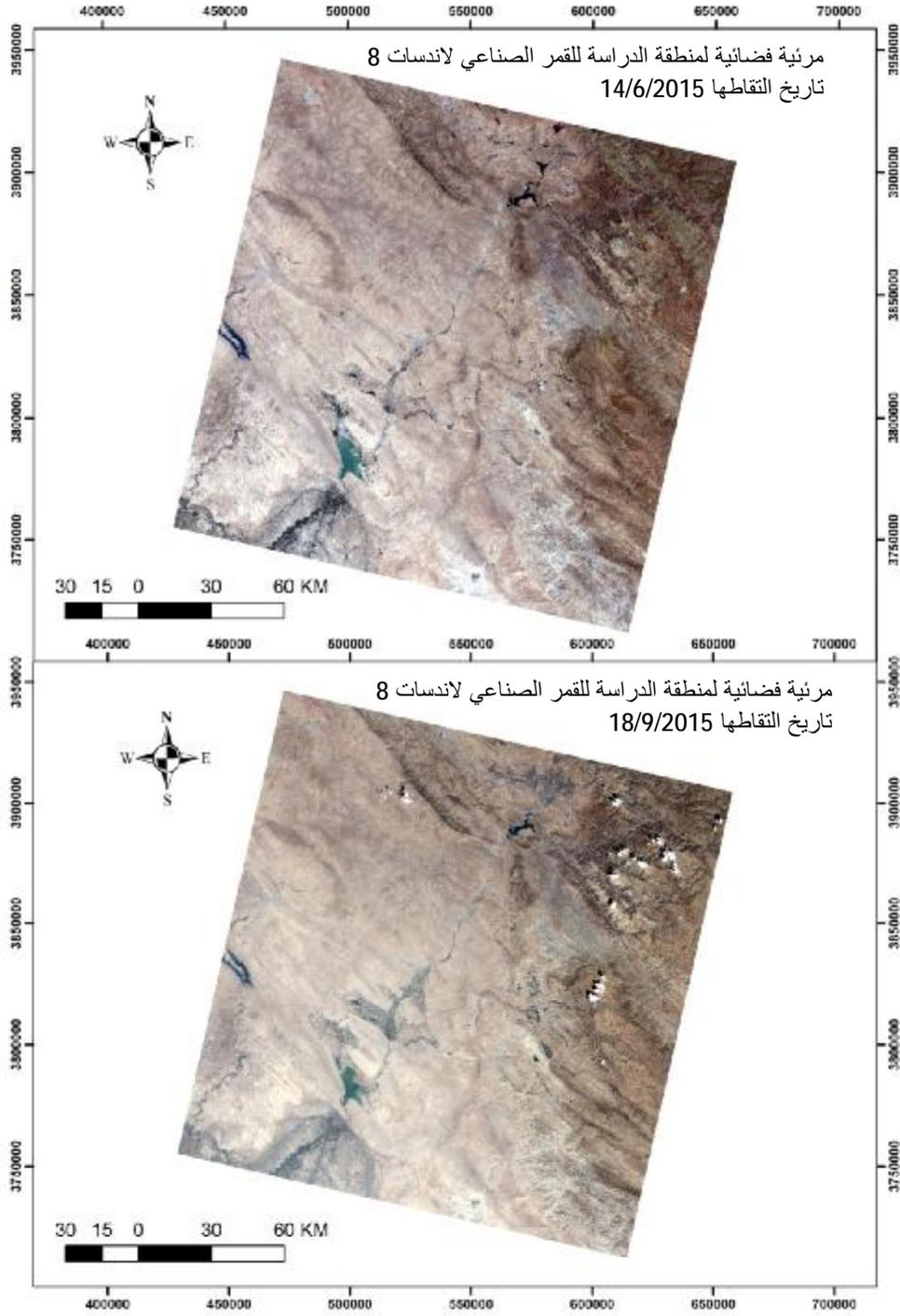
الشكل رقم (أ.3.1)

المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على موقع هيئة المسح الجيولوجي الامريكية USGS

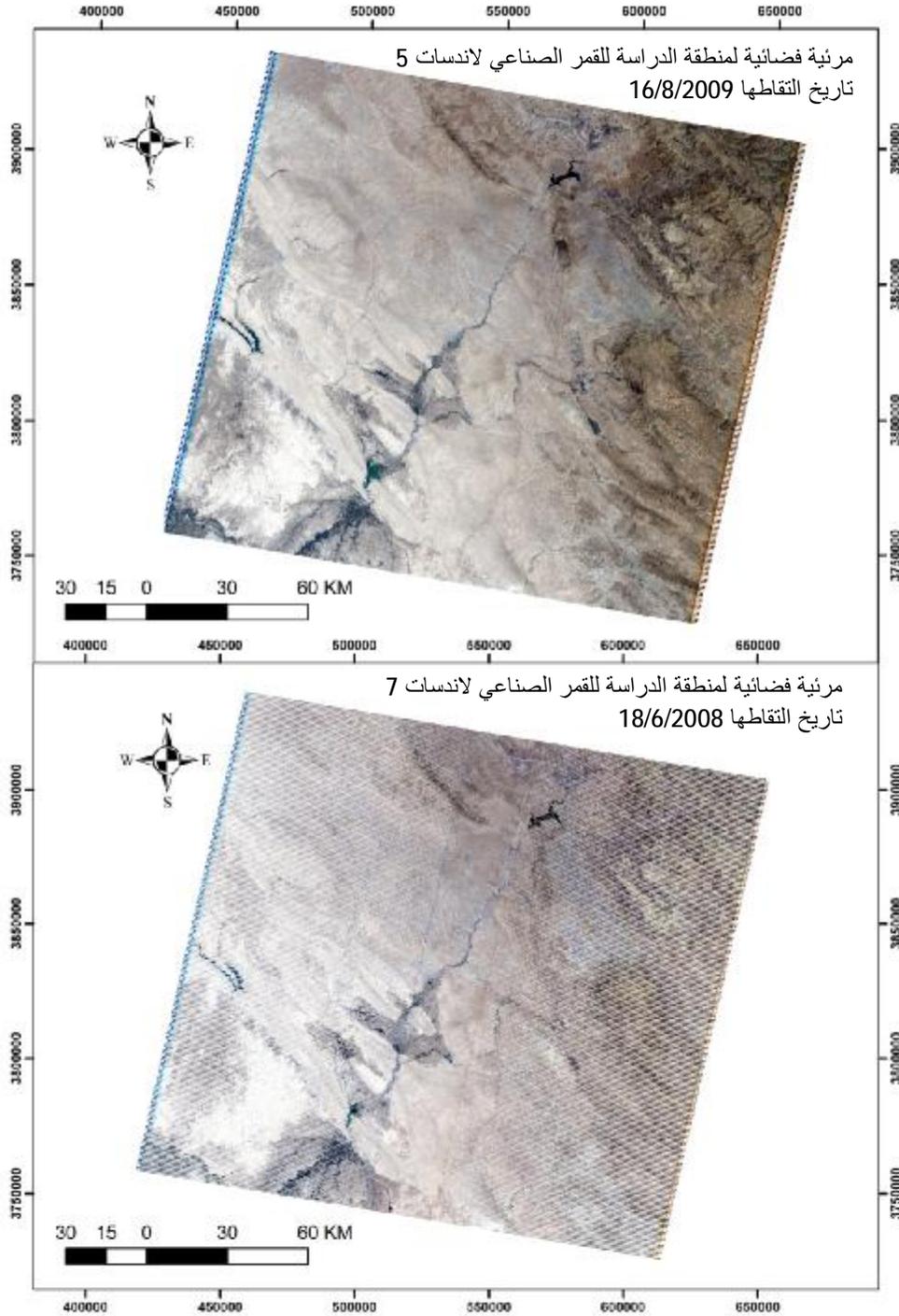
الشكل رقم (ب.1.3)
المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على موقع هيئة المسح الجيولوجي الامريكية USGS

الشكل رقم (ج.1.3)

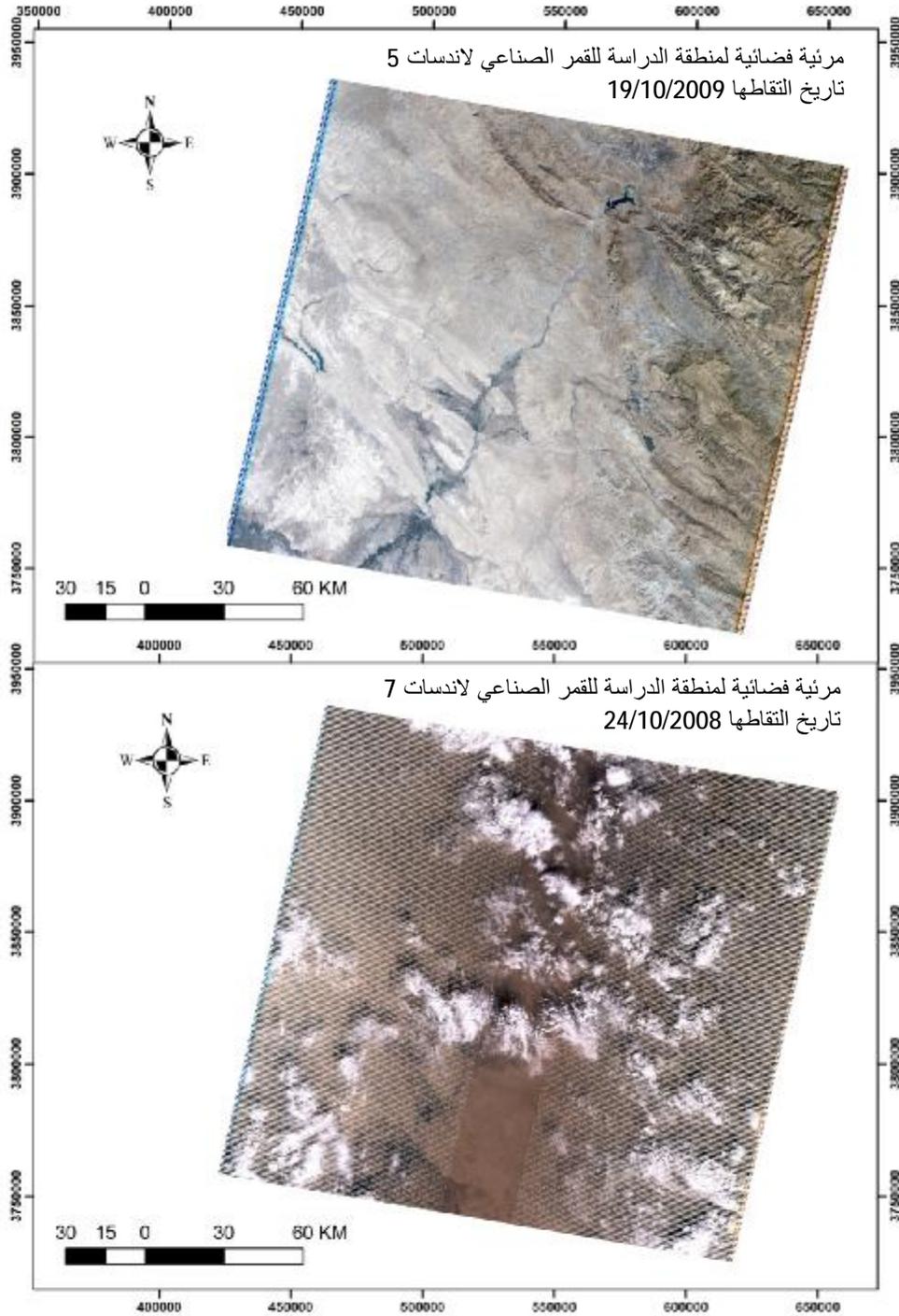
المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على موقع هيئة المسح الجيولوجي الامريكية USGS

الشكل رقم (د. 3.1)

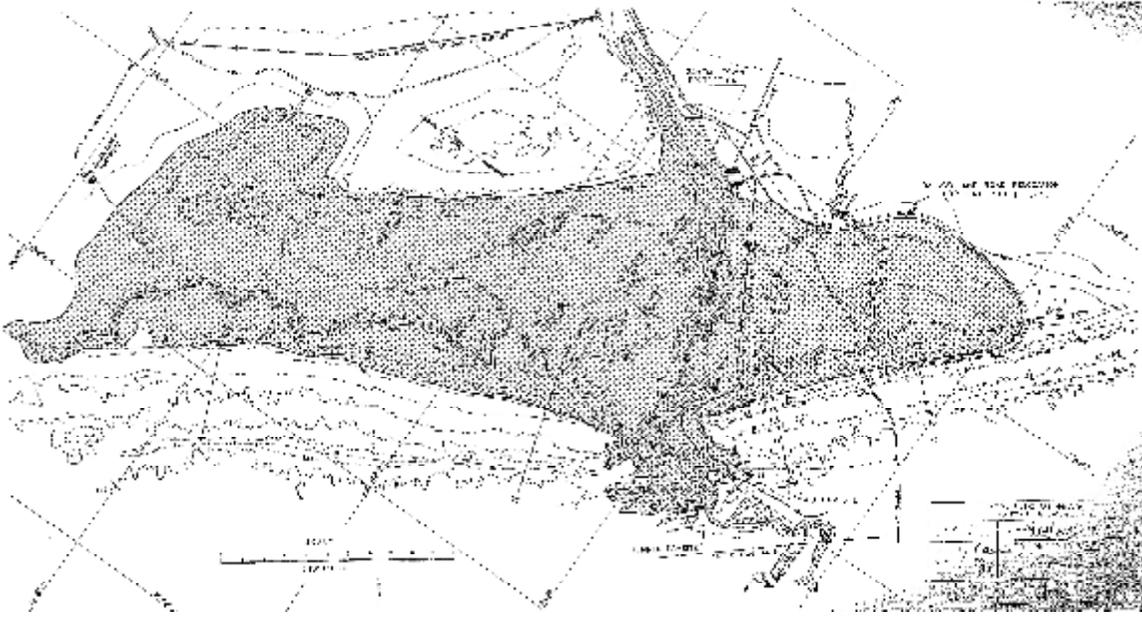
المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على موقع هيئة المسح الجيولوجي الامريكية USGS

الشكل رقم (هـ.3.1)

المرئيات الفضائية المستخدمة في الدراسة



المصدر: وزارة الموارد المائية العراقية، تقرير الدراسات الإضافية لسد حميرين، (1974)، شركة
ENERGOPPROJECT

الشكل (3.2)

خارطة كنتورية لسد حميرين عند الإنشاء قبل التشغيل

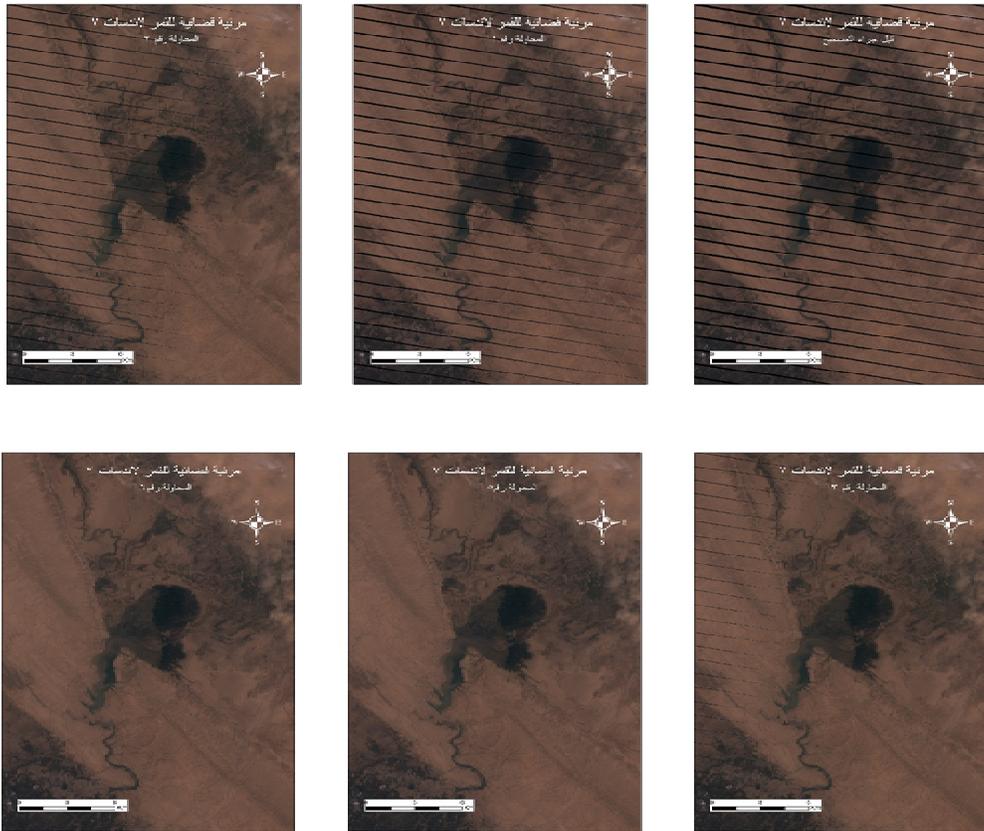
2.3 البرمجيات المستخدمة: Software

تم استخدام الحزمة البرمجية لبرنامج ERDAS IMAGINE 2014 لغرض إجراء عمليات التحليل والمعالجات الرقمية للمرئيات الفضائية وبرنامج ArcGIS 10.4.1 لغرض إجراء التحليلات ثلاثية الأبعاد وأعداد وإخراج الخرائط والرسومات البيانية والنتائج بشكلها النهائي، وقد تم إجراء العمليات التالية على المرئيات الفضائية قبل استخدامها لاستخلاص نتائج الدراسة.

3.3 تحسين المرئية الفضائية Image Enhancement

تحسين المرئية هو عملية جعل المرئية الفضائية أكثر تفسيراً لتطبيق معين، وتستخدم التحسينات لجعل التفسير البصري والفهم للمرئية الفضائية أسهل. وهكذا

فأن لكل تطبيق ولكل مرئية او صورة رقمية مدي معين وتوزيع لقيم السطوع. بالإضافة الى ذلك فإن معالجة المرئية عادة ما يتضمن تغيير في البيانات لنطاقات متعددة سواء من مرئية مفردة متعددة الأطياف أو أكثر من مرئية لنفس المنطقة تم الحصول عليها في أوقات مختلفة، وفي كلتا الحالتين فإن عملية المعالجة ستعمل على إنشاء مرئية جديدة ذات ميزات خاصة أو خصائص أفضل من المرئية التي تم إدخالها. يوضح الشكل (3.3) عملية إزالة الخطوط (strips) من مرئية فضائية للقمر لانديسات 7، باستخدام الأداة Focal Analysis في برنامج ERDAS.



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على مرئية للقمر Landsat 7 ETM+ ملتقطه بتاريخ 2008/10/24

الشكل (3.3)

مراحل معالجة مرئية فضائية للقمر لانديسات 7

1.3.3 دليل أو مؤشر الاختلاف المائي المعايير (NDWI) Normalized Difference Water Index

يعد مؤشر الاختلاف المائي المعايير NDWI احد طرق التحسين الطيفي وهو تحويل رياضي غير خطي يستخدم لإبراز المناطق المغطاة بالمياه، ويعتمد هذا المؤشر على أن الانعكاسية الطيفية للماء تكون عالية في مدى الطول الموجي الأخضر وقليلة جدا" في مدى الطول الموجي تحت الأحمر القريب كما أن الانعكاسية العالية للنباتات والتربة في مدى الطول الموجي تحت الأحمر تجعل قيم NDWI موجبة فيما يخص المناطق المائية ويوضح الشكل (3.4) الانعكاسية للأجسام المائية والنباتات والأراضي الجرداء وحسب الطول الموجي. وعليه تبدو المناطق المائية من مرئية NDWI مضيئة وذات قيم موجبة في حين تبدو المناطق الخضراء والمبنية داكنة ومظلمة وذات قيم سالبة أو صفر وكما يوضح الشكل (3.6).

ونتيجة هذه الخاصية في اختلاف السلوك الاشعاعي لكل من الماء والنباتات الخضراء التي عادة تحيط بالسدود المائية، فإنه يتم حساب مؤشر الدليل المائي (NDWI) من المعادلة التالية (McFeeters 1996):

$$NDWI = \frac{Gr - NIR}{Gr + NIR} \dots\dots\dots(3.1)$$

ويمثل في LANDSAT TM وفي LANDSAT ETM+

$$NDWI = \frac{(B2 - B4)}{(B2 + B4)} \dots\dots\dots(3.2)$$

حيث ان:

B2 = GREEN) ضمن الطول الموجي (0.52-0.60) مايكرومتر

B4 = NIR) ضمن الطول الموجي (0.76-0.90) مايكرومتر

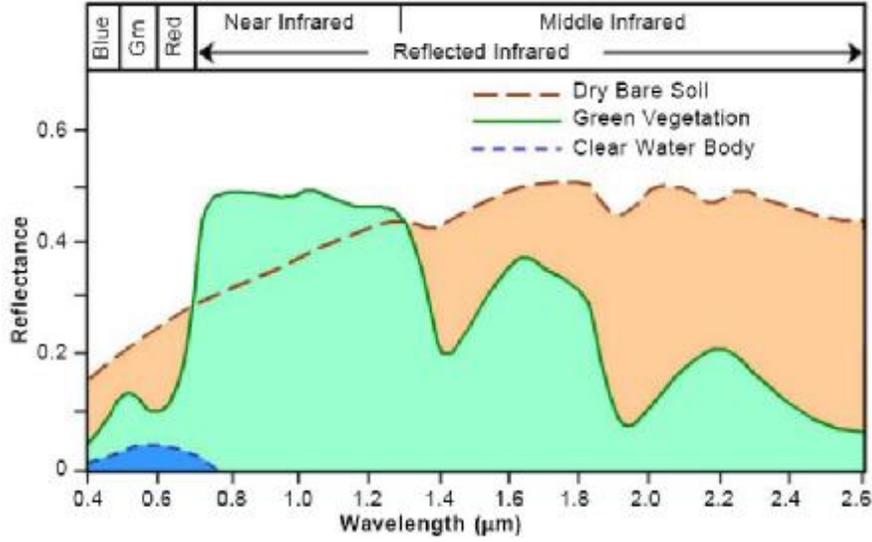
وفي LANDSAT 8

$$NDWI = \frac{(L8B3 - L8B5)}{(L8B3 + L8B5)} \dots\dots\dots(3.3)$$

حيث ان:

L8B3 = GREEN) ضمن الطول الموجي (0.533-0.590) مايكرومتر

L8B5 = NIR) ضمن الطول الموجي (0.851-0.879) مايكرومتر



الشكل (3.4)

الانعكاسية للأجسام المائية والنباتات والأراضي الجرداء وحسب الطول الموجي

Lille sand, T. M. and Kiefer, R. W. ,2000" *Remote Sensing and Image Interpretation*", 4th Edition, ©John Wiley & Sons New York.

ويتراوح قيم الدليل المائي (NDWI) بين -1 الى +1 حيث تعطي المناطق المائية أياً كانت سواء كانت بحيرات أو انهار أو حتى مسطحات مائية صغيرة قيمة موجبة بينما يمثل الصفر أو اقل منطقة خالية من الغطاء المائي. وكلما ارتفعت القيمة وعلى مقربة من +1 يشير إلى أعماق مائية عالية. وتم في هذه الدراسة حساب مؤشر الدليل المائي لمنطقة الدراسة من خلال المرئيات الفضائية للقمر لاندسات لتحديد الجسم المائي للبحيرة وتحديد مساحته في كل مرئية وكما هو مبين في الشكل (أ.7.3) و(ب.3.7) و (3.8).

2.3.3 مؤشر الاختلاف المائي المعايير المعدل MNDWI

يعتمد مؤشر الاختلاف المائي المعايير المعدل في استقطاع الأجسام المائية

(The Modified Normalized Difference Water Index) MNDWI

على نسبة الفرق في الانعكاسات الطيفية عند الطيف الأخضر (0.60-0.52) مايكرومتر والطيف الموجي الأحمر المتوسط (1.75-1.55) مايكرومتر مقسوماً على مجموعهما وفقاً للمعادلة الآتية:

:(Xu, 2006)

$$MNDWI = \frac{(Green - MIR)}{(Green + MIR)} \dots\dots\dots(3.4)$$

ويعتبر في LANDSAT TM وفي LANDSAT ETM

$$MNDWI = \frac{(B2(Green) - B5(MIR))}{(B2(Green) + B5(MIR))} \dots\dots\dots(3.5)$$

وفي LANDSAT 8

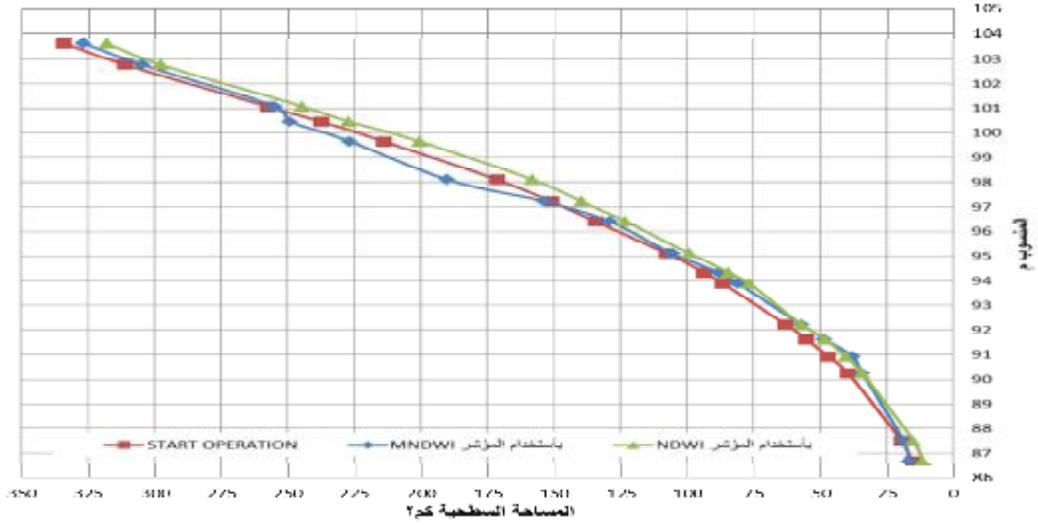
$$MNDWI = \frac{(L8B3(Green)- L8B6(MIR))}{(L8B3(Green) +L8B6(MIR))} \dots\dots\dots(3.6)$$

وقد تمت محاولة استخدام هذا المؤشر لحساب المساحة السطحية لمياه السد واستخلاصها فوجد ان المساحات المحسوبة باستخدام هذا المؤشر اكبر من المساحات السطحية للمياه المحسوبة بداية تشغيل السد عند نفس المنسوب وكما موضح بالجدول (3.4) والشكل (3.5)، وبالتالي لم يتم استخدام هذا المؤشر. وتم في هذه الدراسة تحديد المسطح المائي لبحيرة حميرين وقياس مساحته بالاعتماد على مؤشر الاختلاف الماء المعايير NDWI. ويوضح الشكل (3.6) مرئية فضائية تم استخدام مؤشر الاختلاف المائي في تصنيفها حيث تظهر المسطحات والأجسام المائية باللون الأبيض.

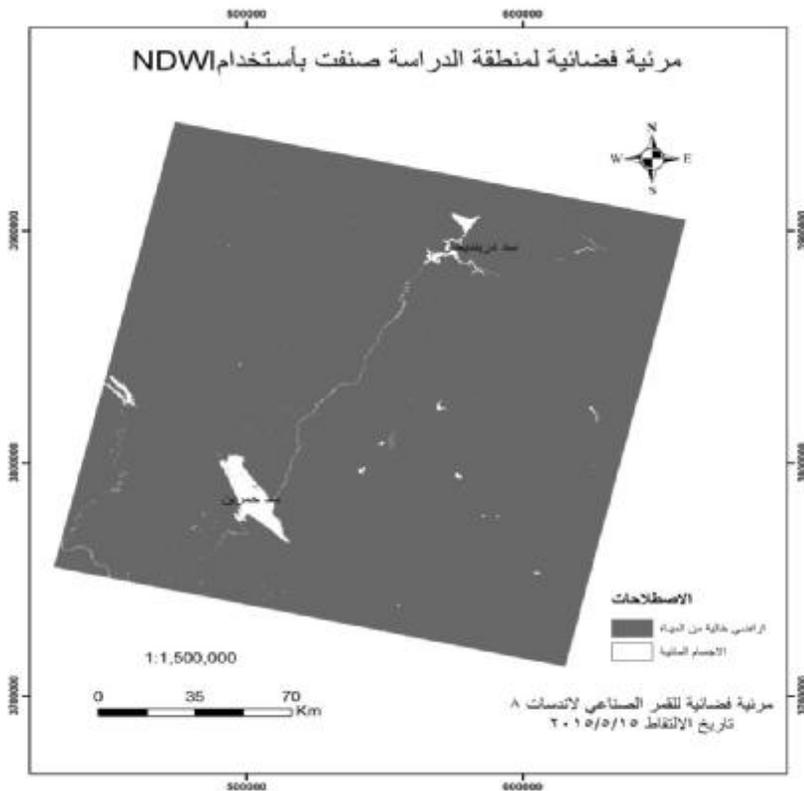
الجدول رقم (3.4)

المساحات السطحية لبحيرة سد حميرين حسب منسوب المياه

المنسوب م	المساحة بداية التشغيل كم 2	المساحة باستخدام MNDWI كم 2	المساحة باستخدام NDWI كم 2
103.62	334.00	326.70	323.1
102.78	310.90	304.50	297.60
101.08	257.40	254.60	244.40
100.46	237.40	248.90	226.90
99.66	213.85	226.50	200.50
98.1	171.30	189.90	157.90
97.22	151.00	153.50	139.50
96.41	134.24	129.00	123.00
95.11	107.44	105.48	98.95
94.34	93.46	88.10	84.20
93.9	86.60	80.90	76.70
92.22	62.87	57.00	57.00
91.62	55.14	48.30	48.11
90.93	46.88	37.66	40.30
90.26	39.50	34.12	34.15
87.5	19.45	18.60	14.90
86.67	15.51	16.50	11.30

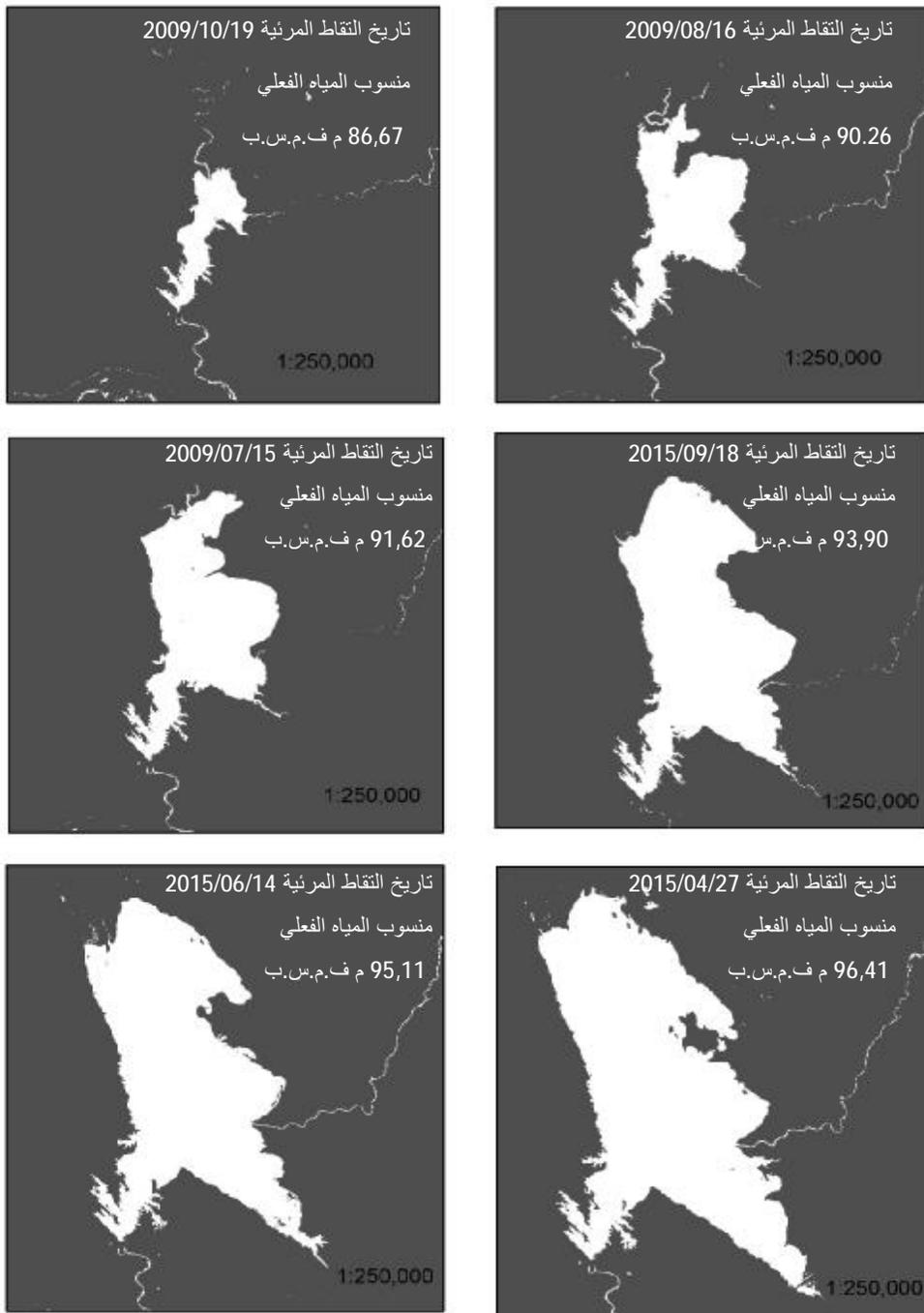


المصدر: من عمل الباحث
 الشكل (3.5)
 منحنيات المساحة السطحية والمنسوب بداية التشغيل وباستخدام المؤشرات MNDWI و NDWI



المصدر: من عمل الباحث

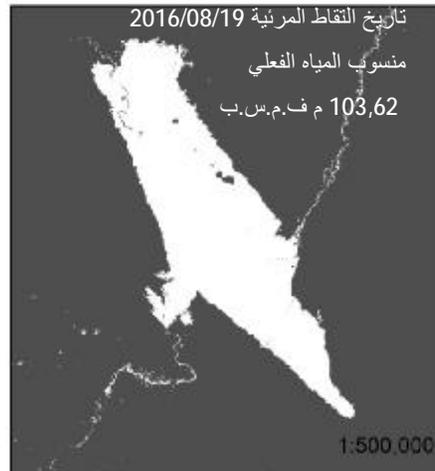
الشكل 3.6
 الأجسام المائية في منطقة الدراسة صنفبت باستخدام NDWI



المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية

الشكل (أ.3.7)

استخدام المؤشر NDWI في استقطاع الأجسام المائية (جسم بحيرة سد حميرين) من المرئيات الفضائية

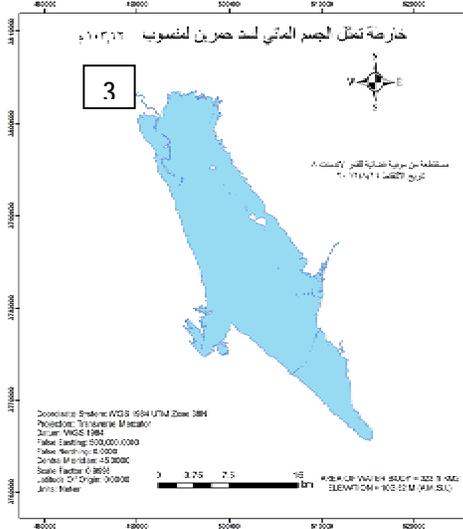
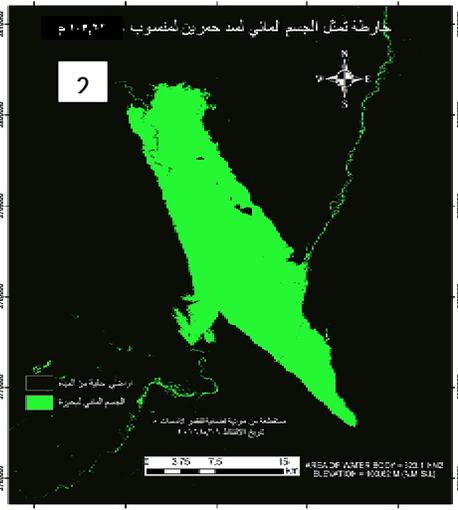
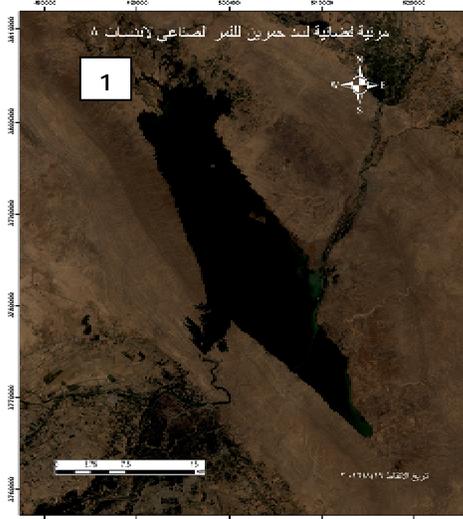


المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على المرئيات الفضائية

الشكل (ب. 3.7)

استخدام المؤشر NDWI في استقطاع الأجسام المائية (جسم بحيرة سد حميرين) من المرئيات

الفضائية



1- الخارطة تمثل مرئية فضائية لمنطقة الدراسة
 2- الخارطة تمثل مرئية فضائية مصنفة باستخدام NDWI
 3- الخارطة تمثل استقطاع الجسم المائي لبحيرة سد حمرين والناتج من الخارطة المصنفة

المصدر: من عمل الباحث

شكل (3.8)

مراحل استقطاع الجسم المائي للبحيرة

4.3 آلية العمل :

من اجل الحصول على نموذج ارتفاعات رقمي (DEM) واستنباط سطح طبوغرافي حديث لقاع بحيرة حمرين لغرض اجراء التحليلات الهندسية المطلوبة عليه وتقدير المساحة السطحية وحجم المياه المتجمعة في البحيرة مقدم السد لكل منسوب أفقي لمياه السد وبالتالي تحقيق أهداف الدراسة ومعرفة العلاقات والمعادلات

الرياضية التي تربط بين السعة التخزينية والمساحة السطحية ومنسوب المياه وللوصول إلى ذلك قام الباحث بإتباع الخطوات التالية والموضحة في الشكل (3.9):



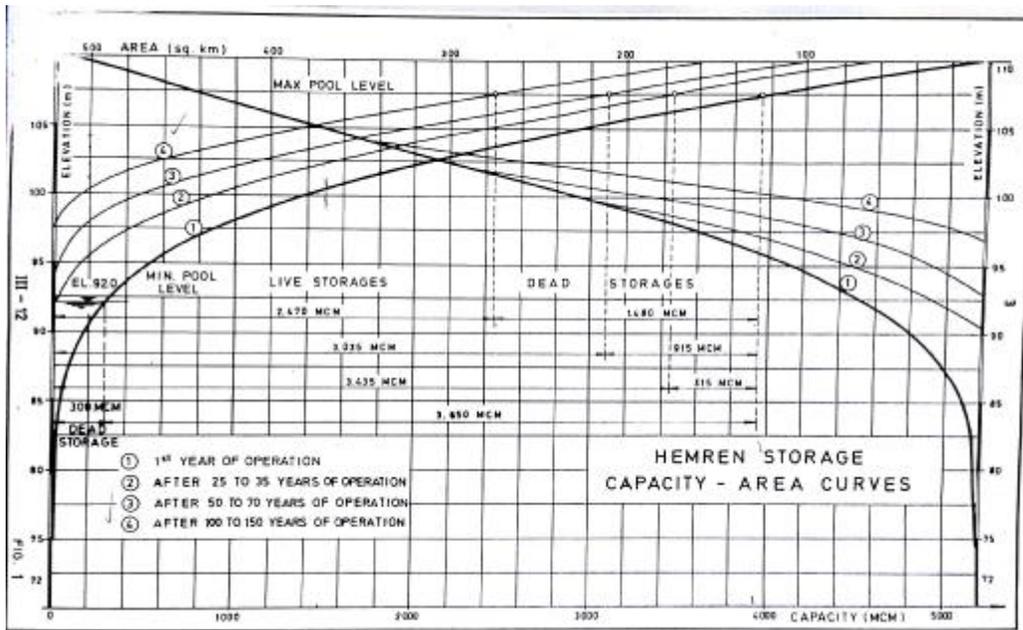
الشكل (3.9)

مراحل إنتاج السطح الطبوغرافي لقاع سد حمرين

الفصل الرابع التحليل والنتائج

1.4 السعة التخزينية والمساحة السطحية والمنسوب بداية التشغيل

من المعلومات التصميمية والتشغيلية الخاصة بالشركة المصممة والشركة المنفذة للسد والتي تم الحصول عليها من ادارة تشغيل السد تم حساب قيم المتغيرات (المنسوب والسعة التخزينية والمساحة السطحية) للسد عند بداية تشغيله. ويوضح شكل (4.1) المنحنى التصميمي للسعة التخزينية والمساحة السطحية مع المنسوب الذي اعد من قبل الشركة المصممة بداية تشغيل السد وتوضح الجداول (4.1) و(4.2) قيم السعة التخزينية والمساحة السطحية لكل منسوب في بداية تشغيل السد.



المصدر: HEMREN DAM PROJECT OPERATION AND MAINTENANCE MANUALS

الشكل (4.1)

منحنى السعة التخزينية والمساحة السطحية مع المنسوب لسد حميرين (التصميمي)

(4.1) الجدول

السعة التخزينية مع المنسوب بداية تشغيل سد حميرين

السعة التخزينية كم ³	المنسوب م	السعة التخزينية كم ³	المنسوب م
1.114	99	0.102	89
1.216	99.5	0.1185	89.5
1.318	100	0.135	90
1.433	100.5	0.16	90.5
1.548	101	0.185	91
1.676	101.5	0.2155	91.5
1.804	102	0.246	92
1.9455	102.5	0.283	92.5
2.087	103	0.32	93
2.2435	103.5	0.364	93.5
2.2811	103.62	0.408	94
2.4	104	0.46	94.5
2.573	104.5	0.5132	95
2.746	105	0.5737	95.5
2.935	105.5	0.6344	96
3.124	106	0.7044	96.5
3.33	106.5	0.7746	97
3.536	107	0.8541	97.5
3.7605	107.5	0.932	98
3.9805	107.99	1.023	98.5

المصدر: HEMREN DAM PROJECT OPERATION AND MAINTENANCE MANUALS

جدول (4.2)

المساحة السطحية لسد حمريين ومنسوب المياه (بداية التشغيل)

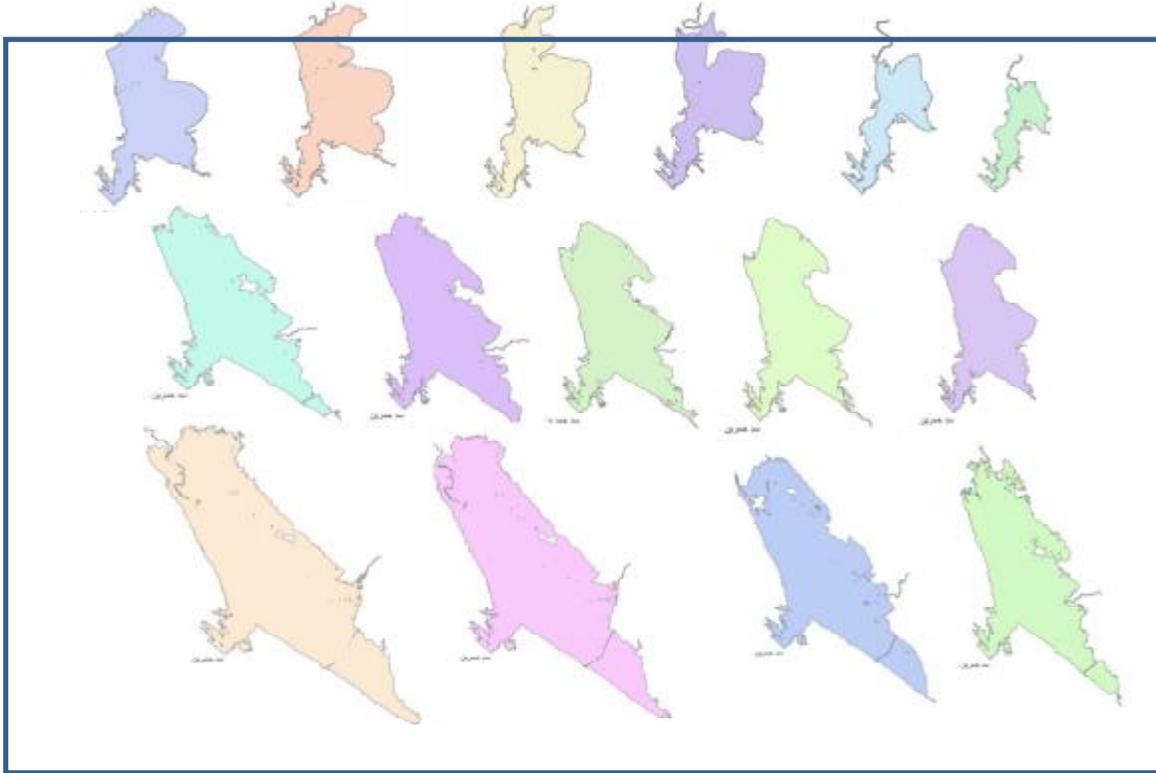
المساحة السطحية كم ²	المنسوب م	المساحة السطحية كم ²	المنسوب م
227.80	100.16	29.28	89
237.45	100.44	30.52	89.19
245.83	100.71	34.76	89.70
253.79	100.97	37.30	90.02
260.99	101.19	41.45	90.43
270.39	101.48	46.53	90.90
277.07	101.69	53.55	91.49
286.98	102.05	58.21	91.87
295.62	102.27	62.87	92.22
303.32	102.51	67.69	92.57
310.94	102.80	72.69	92.85
316.78	103.03	77.35	93.31
326.52	103.35	82.51	93.63
342.01	103.91	91.15	94.20
348.53	104.09	98.26	94.63
357.93	104.44	106.13	95.02
365.04	104.75	111.55	95.39
373.85	105.12	117.31	95.67
382.40	105.46	124.17	95.96
392.90	105.84	134.24	96.42
404.50	106.27	141.52	96.75
413.73	106.58	151.26	97.19
423.97	106.92	157.61	97.55
433.12	107.26	166.25	97.87
445.73	107.82	176.07	98.31
452.93	108.07	182.25	98.51
463.00	108.46	188.85	98.74
477.99	108.99	195.88	99.00
485.95	109.28	202.74	99.21
495.68	109.62	213.83	99.65
501.61	109.81	221.70	99.85

المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على المنحنى التصميمي للسعة التخزينية والمساحة السطحية عند بداية

تشغيل السد

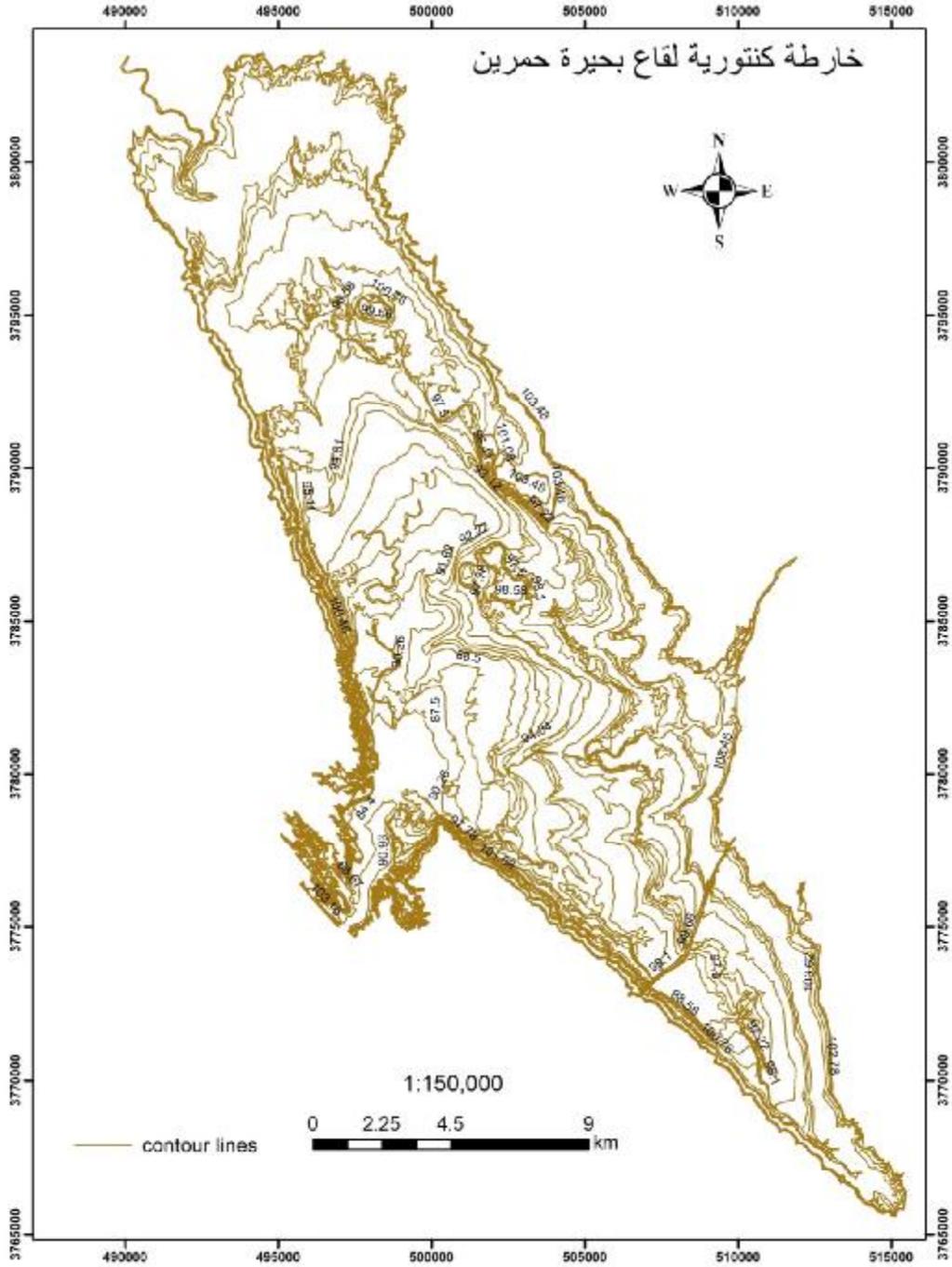
2.4 الخارطة الكنتورية والسطح التضاريسي الحالي لقاع البحيرة

تم إنتاج 37 خارطة للمسطح المائي لسد حميرين بإتباع المنهجية التي سبق بيانها في استقطاع الأجسام المائية من المرئيات الفضائية الخاصة بمنطقة الدراسة للفترة الزمنية من 2008 الى 2016 وتم تحويلها إلى مضلعات وحساب مساحاتها السطحية. وكما هو مبين في الشكل (4.2). وتم تحويل طبقة مضلع الجسم المائي الناتج من كل مرئية إلى طبقة خطية تمثل حدود انتشار المياه (منطقة التقاء المياه باليابسة) خط كنتوري منسوبه هو المنسوب الفعلي للمياه بتاريخ التقاط المرئية وجمع كل الخطوط الكنتورية الناتجة بطبقة خطية واحدة نحصل على خريطة كنتورية لقاع البحيرة. وكما موضح بالشكل (4.3) و (4.4). ومن الخارطة الكنتورية الناتجة تم الحصول على نموذج ارتفاعات رقمي DEM وسطح طبوغرافي ثلاثي الأبعاد لقاع البحيرة وكما مبين بالأشكال (4.5) و (4.6) و (4.7)



الشكل (4,2)

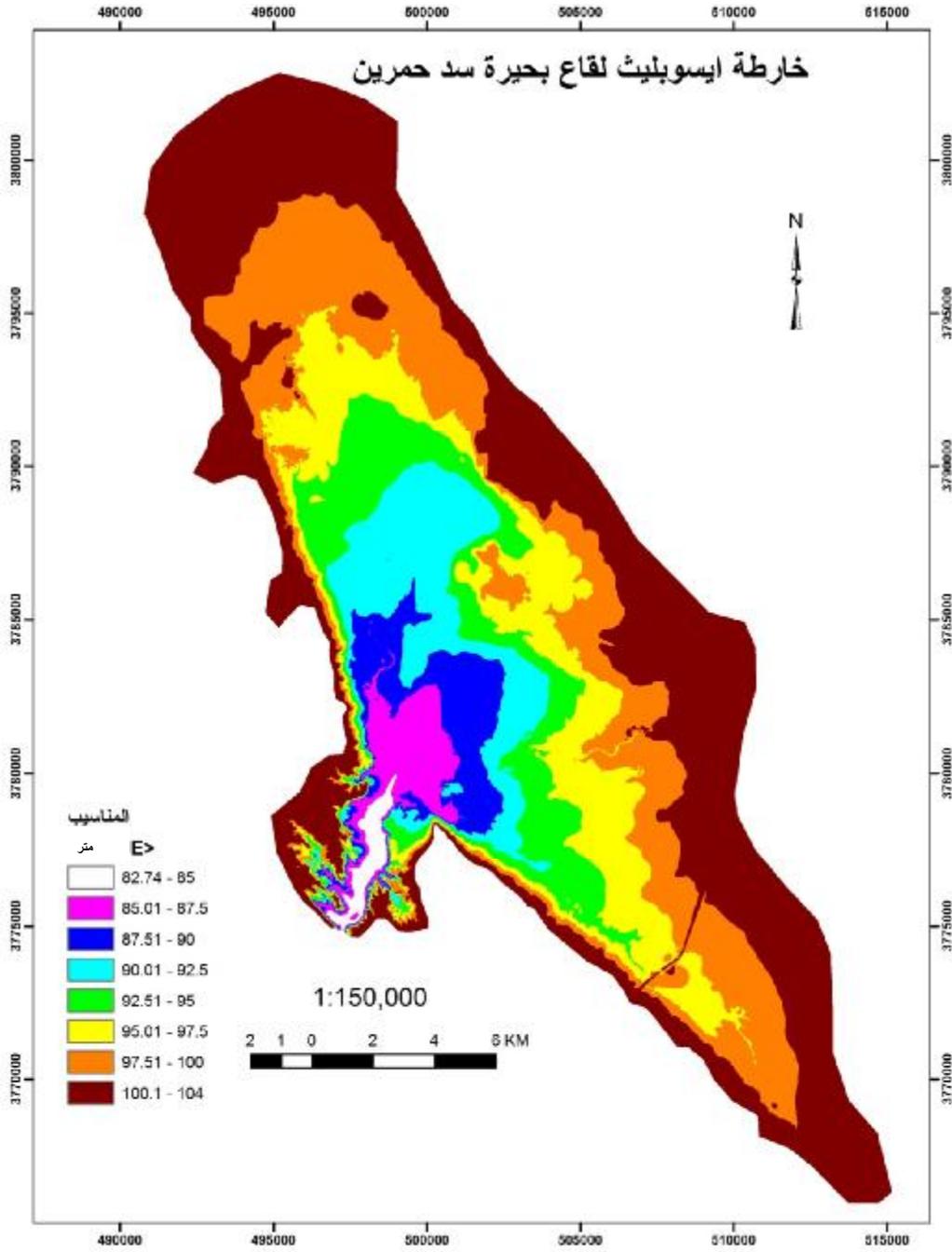
الجسم المائي الحالي لبحيرة حميرين



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على استقطاع الجسم المائي لمجموعة من المرئيات الفضائية

الشكل (4.3)

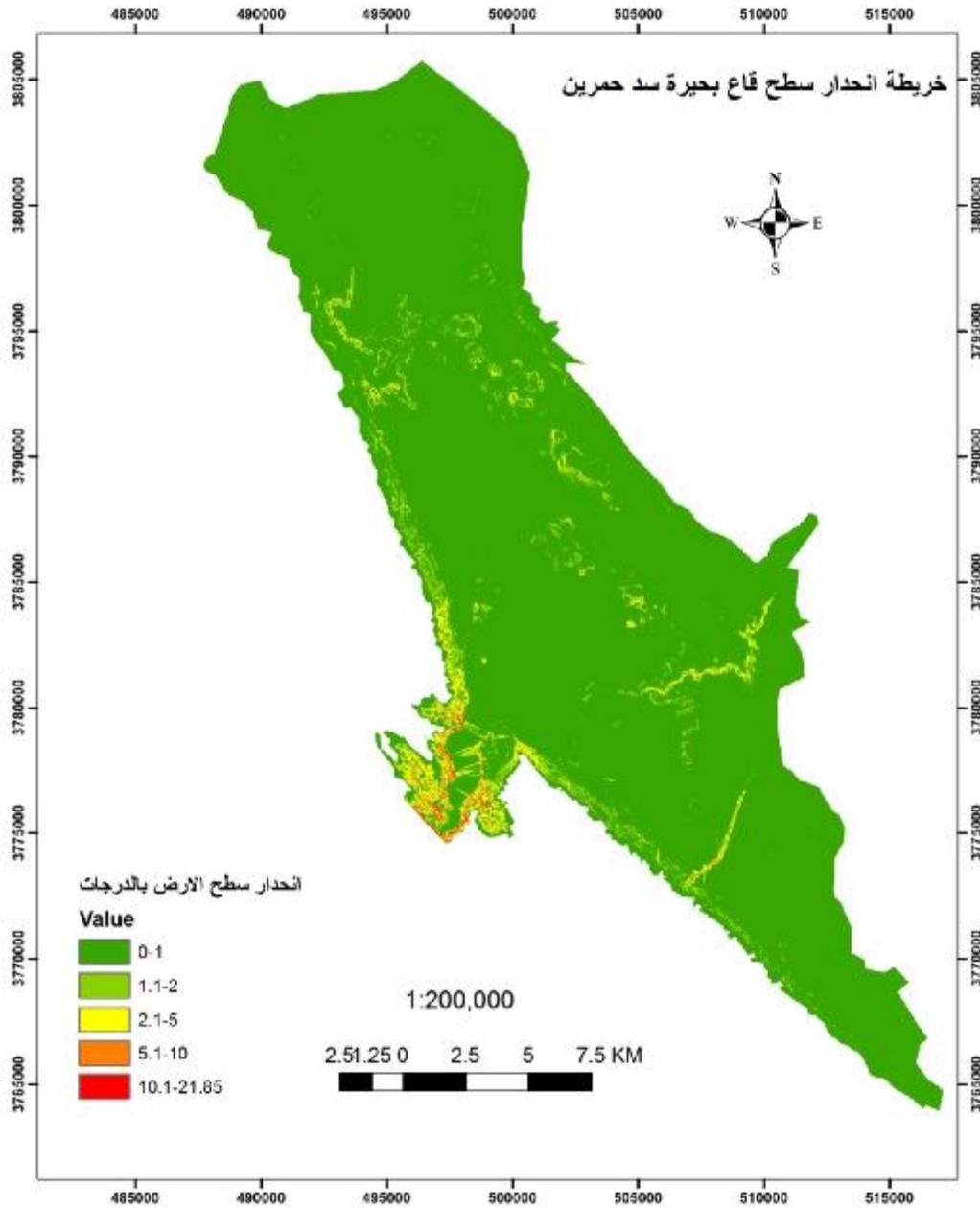
خارطة كنتورية حديثة لفاع بحيرة سد حميرين



المصدر : من عمل الباحث

الشكل (4.4)

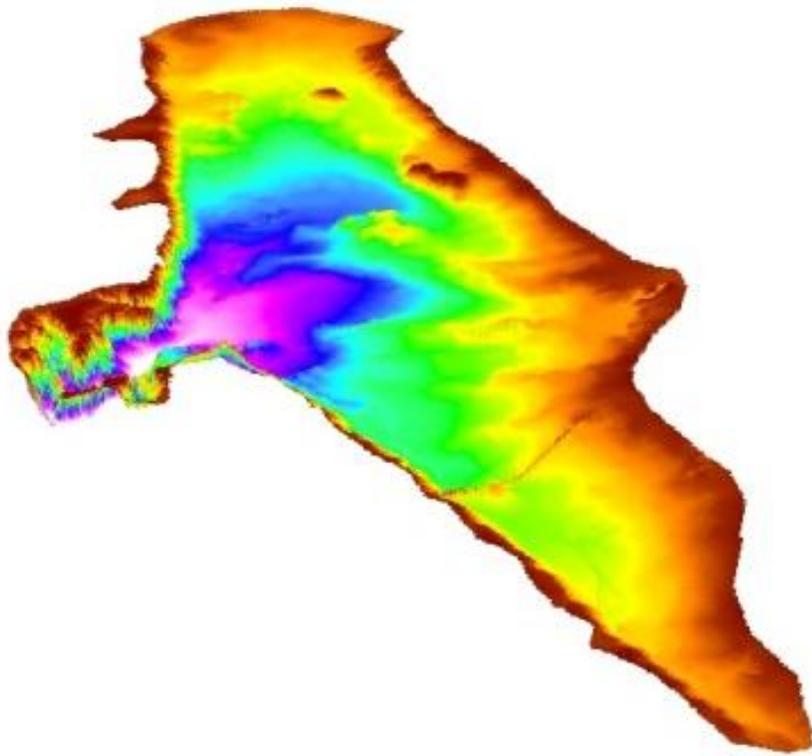
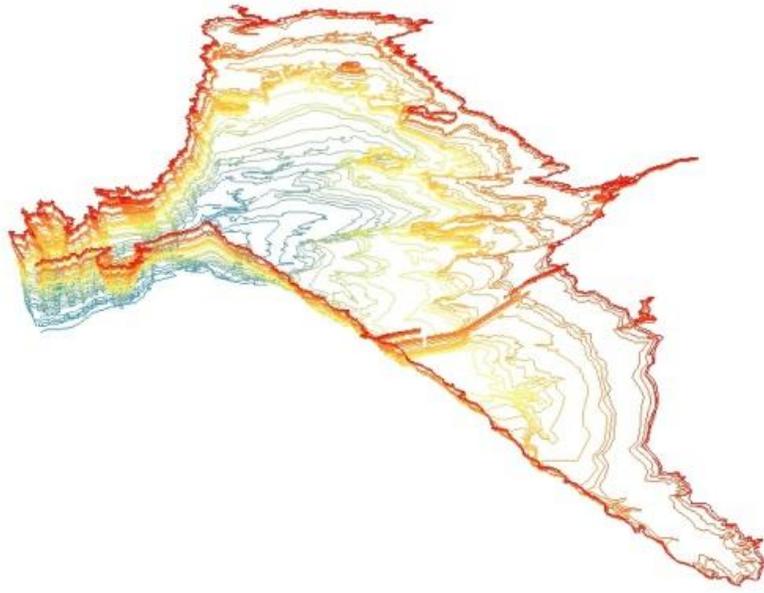
خارطة طبوغرافية لقاع بحيرة حميرين



المصدر : من عمل الباحث

الشكل (4.5)

خارطة انحدار سطح قاع بحيرة سد حميرين



المصدر : من عمل الباحث بالاعتماد على الخريطة الكنتورية الناتجة من المرئيات الفضائية وباستخدام برنامج ARC SCENE

الشكل (4.6)

مشهد ثلاثي الأبعاد يمثل طبوغرافية قاع بحيرة سد حميرين حالياً"

3.4 العلاقة بين السعة التخزينية والمساحة السطحية والمنسوب

تم ايجاد المساحة السطحية الفعلية والسعة التخزينية الفعلية لسد حميرين حسب منسوب المياه فيه واللذان تم احتسابهما بالاعتماد على نموذج الارتفاعات الرقمي DEM الخاص بقاع بحيرة حميرين والذي تم استنباطه من المرئيات الفضائية، وكما هو موضح بالجداول (4.3) و (4.4). وتم رسم منحنيات العلاقات بين السعة التخزينية والمساحة السطحية عند الانشاء والحالية مع المنسوب وكما هو موضح بالأشكال (4.7) الى (4.12).

جدول (4.3)

المساحة السطحية لسد حميرين ومنسوب المياه (الحالي)

المنسوب (م)	المساحة السطحية كم2	المنسوب (م)	المساحة السطحية كم2
87.5	14.9	96	113.1
88	16.0	96.5	126.0
88.5	18.5	97	132.1
89	21.2	97.5	144.3
89.5	23.9	98	154.0
90	26.8	98.5	160.6
90.5	34.5	99	180.8
91	40.9	99.5	192.2
91.5	45.3	100	210.2
92	54.1	100.5	225.8
92.5	61.8	101	239.0
93	66.3	101.5	255.3
93.5	71.1	102	265.3
94	78.8	102.5	276.0
94.5	85.6	103	298.8
95	94.7	103.5	314.2
95.5	106.1	103.62	323.1

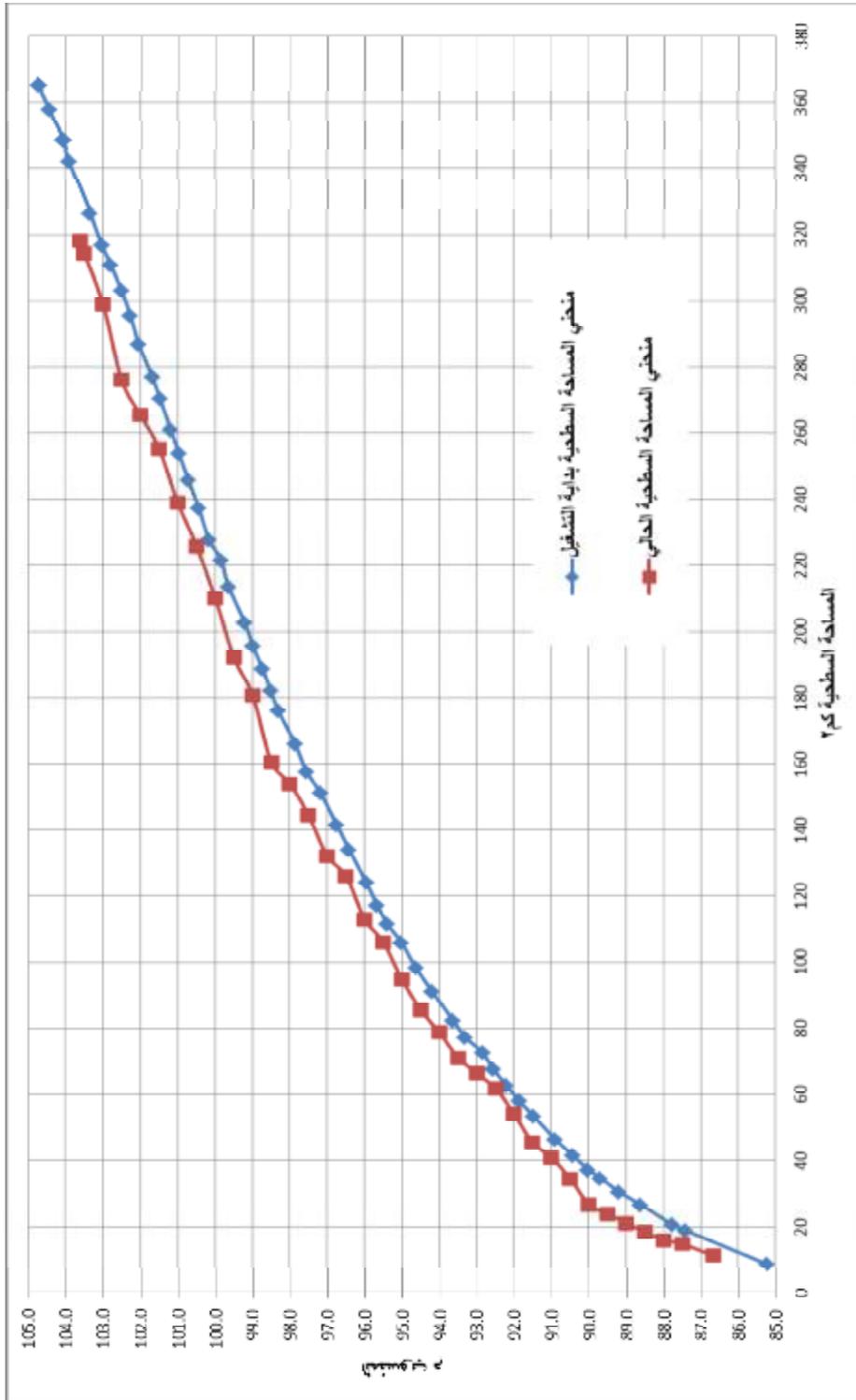
المصدر: من عمل الباحث بالاعتماد على السطح الطبوغرافي المجسم لقاع البحيرة والنتائج من تحليل المرئيات الفضائية

جدول (4.4)

السعة التخزينية الفعلية والمساحة السطحية الفعلية لسد حمريين عند كل منسوب

المساحة السطحية الحالية كم ²	السعة التخزينية الحالية كم ³	المنسوب م	المساحة السطحية الحالية كم ²	السعة التخزينية الحالية كم ³	المنسوب م
126.011	0.5224	96.50	21.183	0.0352	89.00
132.132	0.5869	97.00	23.950	0.0465	89.50
144.277	0.6562	97.50	26.849	0.0591	90.00
153.956	0.7307	98.00	34.517	0.0743	90.50
160.640	0.8093	98.50	40.871	0.0929	91.00
180.831	0.8954	99.00	45.312	0.1144	91.50
192.233	0.9886	99.50	54.124	0.1397	92.00
210.212	1.0900	100.00	61.822	0.1688	92.50
225.814	1.1979	100.50	66.267	0.2008	93.00
238.960	1.3142	101.00	71.081	0.2352	93.50
255.262	1.4388	101.50	78.789	0.2722	94.00
265.306	1.5690	102.00	85.643	0.3132	94.50
276.014	1.7043	102.50	94.678	0.3579	95.00
298.819	1.8476	103.00	106.075	0.4088	95.50
314.202	2.0002	103.50	113.053	0.4635	96.00
323.137	2.0384	103.62			

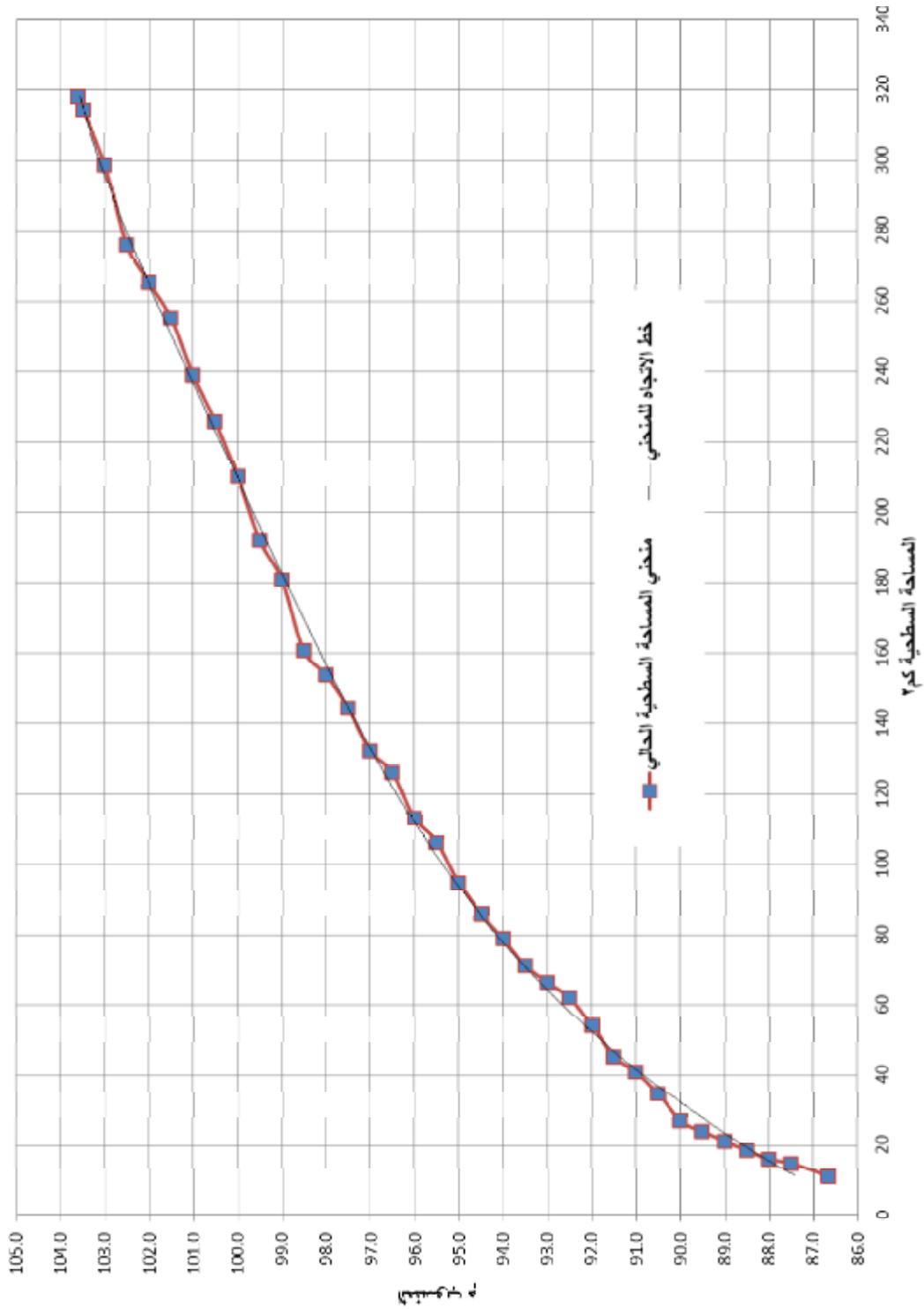
المصدر: من عمل الباحث



المصدر: من عمل الباحث

شكل رقم (4.7)

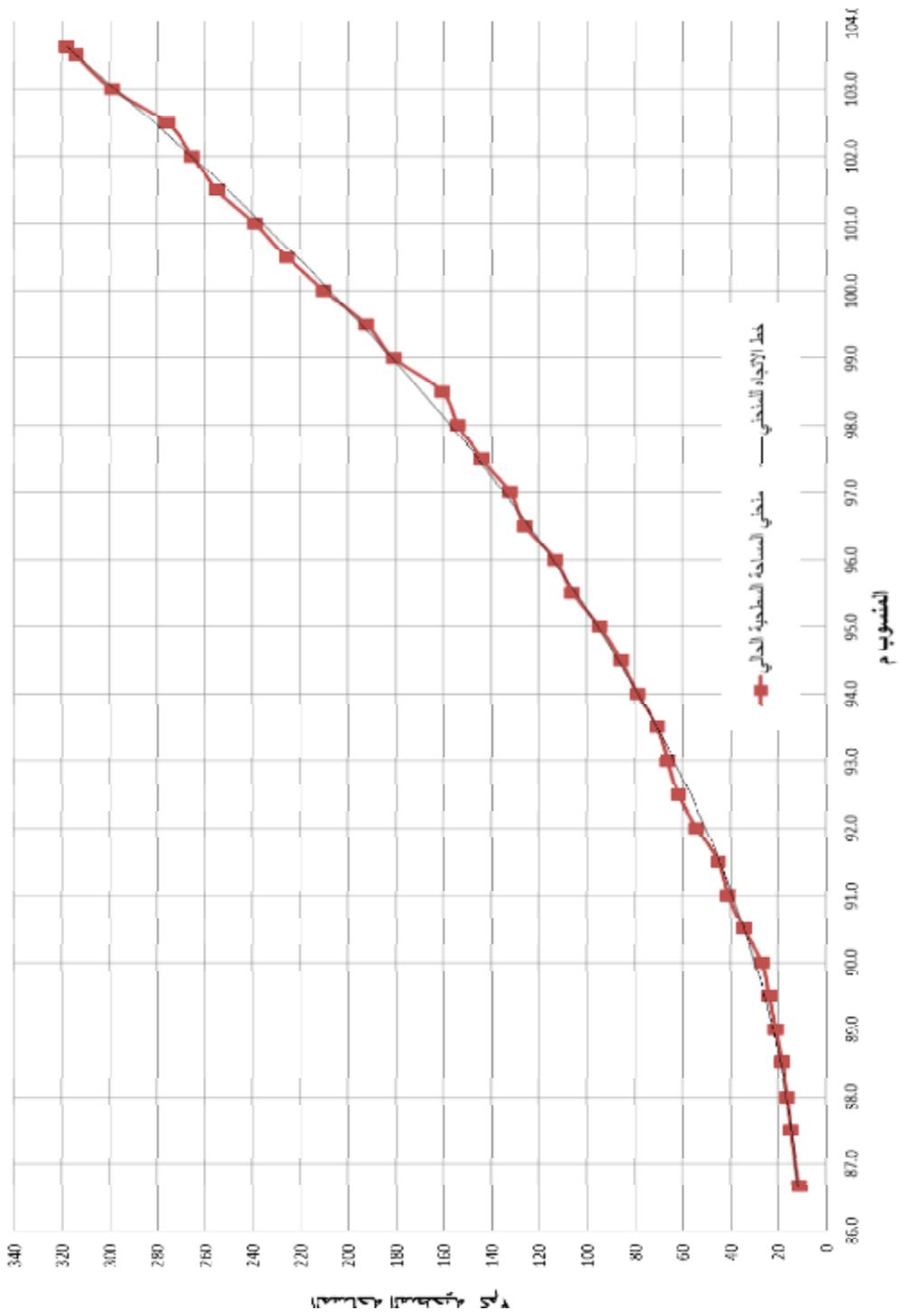
رسم بياني يمثل العلاقة بين المساحة السطحية والمنسوب لسد حمرين (بداية التشغيل والحالي)



المصدر: من عمل الباحث

الشكل رقم (4.8)

منحنى المساحة السطحية الفعلية (الحالية) مع المنسوب لسد حميرين

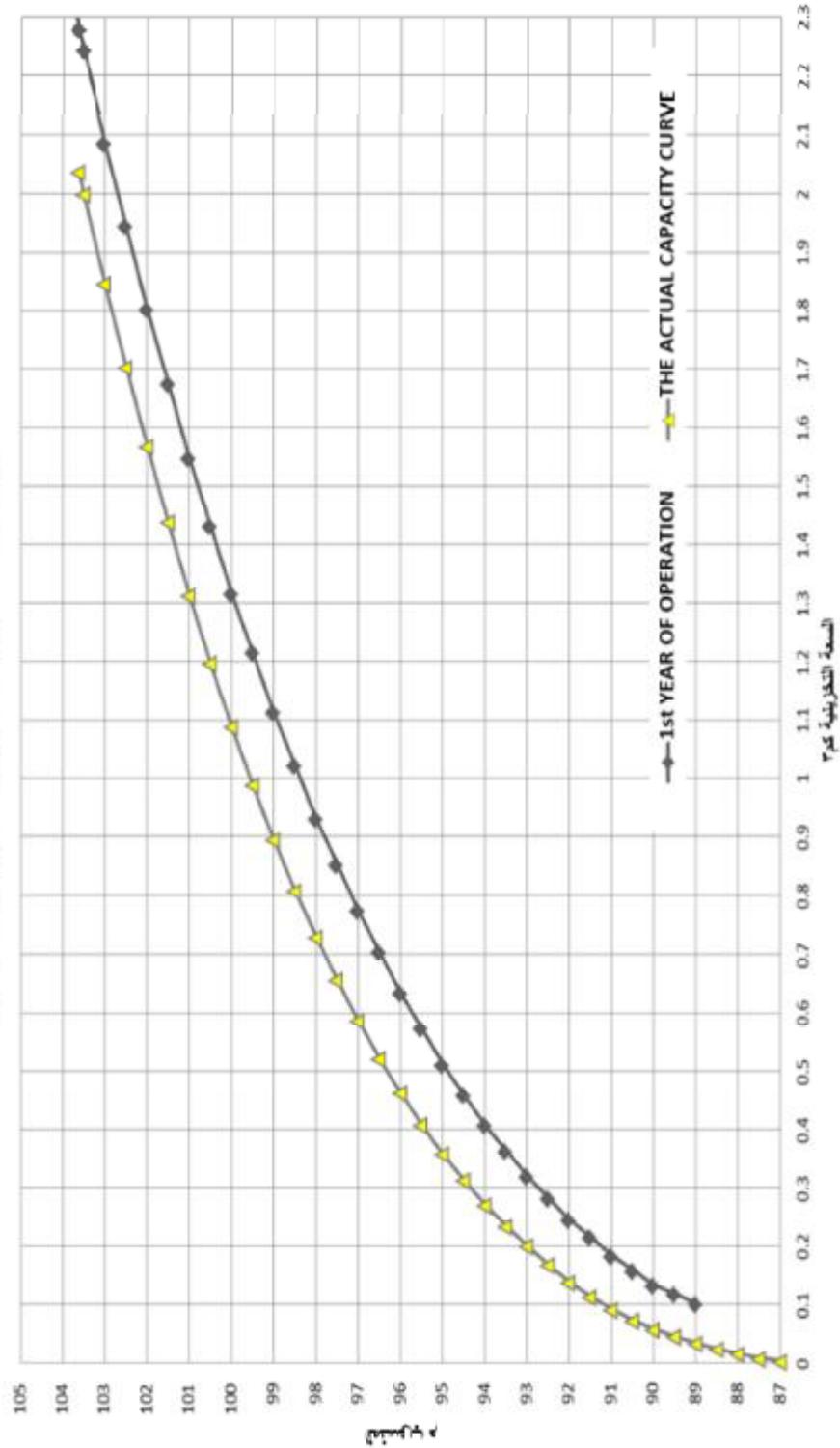


المصدر: من عمل الباحث

الشكل رقم (4.9)

منحنى المساحة السطحية مع المنسوب لسد حميرين (الحالي)

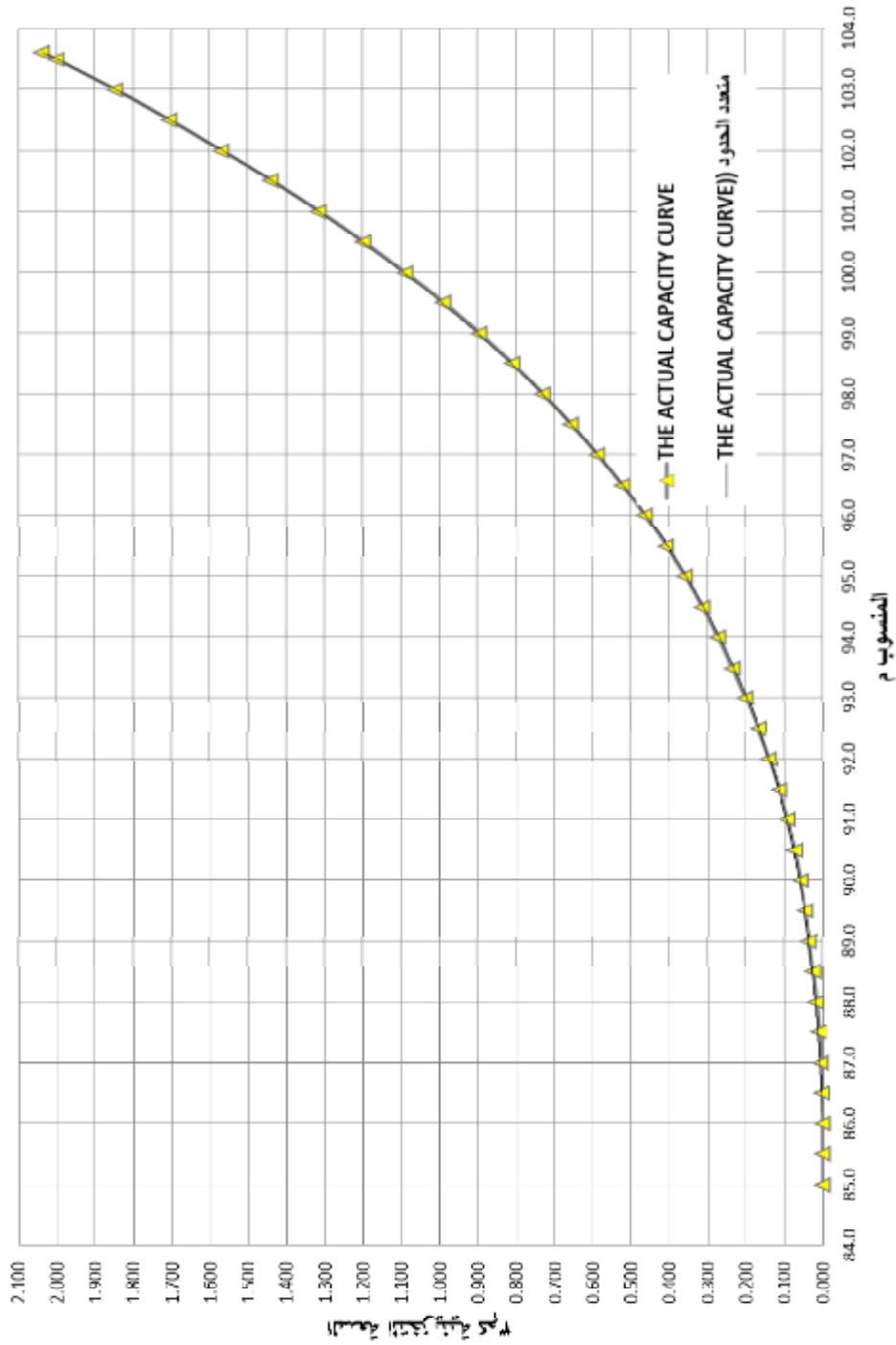
منحنى السعة التخزينية الحالي والتصميمي لسد حميرين



المصدر: من عمل الباحث

الشكل رقم (4.10)

منحنى السعة التخزينية الحالي والتصميمي لسد حميرين

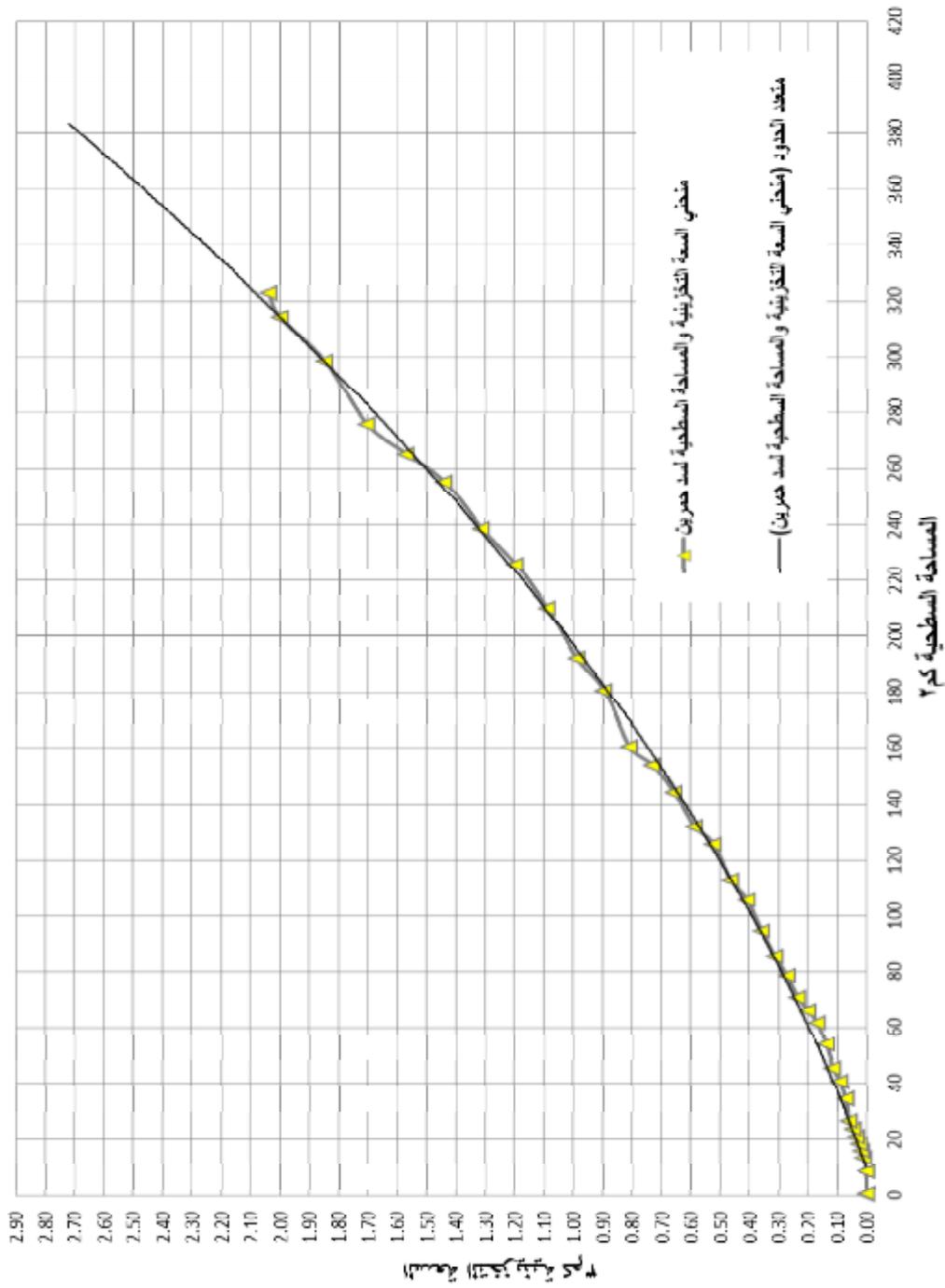


المصدر: من عمل الباحث

الشكل (4.11)

منحني يبين العلاقة بين السعة التخزينية والمنسوب (الحالي)

منحنى السعة التخزينية والمساحة السطحية لسد حميرين (الحالي)



الشكل 4.12

منحنى السعة التخزينية والمساحة السطحية لسد حميرين (الحالي)

4.4 الخلاصة والتوصيات

تم في هذه الدراسة الاستفادة من التقنيات الحديثة في مجال الحصول على البيانات الهيدرولوجية والتضاريسية اللازمة لتصميم وتشغيل السدود ومن مزايا هذه التقنيات توفير الوقت والجهد والمال. ومن أهم النتائج التي توصل لها البحث ما يلي:

1- تم رسم خارطة كنتورية لقاع السد من المرئيات الفضائية ومن خلالها تم استنباط نموذج ارتفاعات رقمي لخزان سد حميرين و حساب السعة التخزينية والمساحة السطحية لكل منسوب في السد.

2- تم ايجاد العلاقة الفعلية بين السعة التخزينية ومنسوب السد.

3- تم ايجاد العلاقة الفعلية بين المساحة السطحية ومنسوب السد.

4- تم ايجاد العلاقة الفعلية بين السعة التخزينية والمساحة السطحية.

5- تم اشتقاق حجم الرسوبيات المتراكمة في قاع خزان سد حميرين خلال الفترة الممتدة بين عامي 1981-2008 ووجد ان معدل تراكم الرسوبيات كان بحدود 9 مليون م³/سنوياً وقد تم ذلك من خلال مقارنة منحنى العلاقة الحالي بين سعة الخزان والمنسوب مع منحنى العلاقة بين منحنى سعة الخزان والمنسوب التصميمي الذي رسم عند انشاء السد. ووجد ان حجم الرسوبيات المتراكمة في قاع بحيرة السد منذ تشغيله سنة 1981 م هو 243 مليون متر مكعب.

6- ايجاد معدل تقلص السعة التخزينية للسد

تتأثر السعة التخزينية بتراكم الرسوبيات القادمة من حوض التغذية وتختلف كميات الرسوبيات باختلاف طبيعة الانهار واحواضها من الناحية الجيولوجية والجيومورفولوجية والغطاء النباتي. وبما ان الفترة الزمنية التي مضت على تشغيل السد (وحتى تاريخ اقدم مرئية استخدمت في الدراسة عام 2008) هي سبعة وعشرون عاما وعلى فرض ان لحجم الرسوبيات المتراكمة في الخزان معدل ثابت سنويا فيمكن حساب معدل الرسوبيات السنوي بالمليون م³ من خلال معرفة الحجم الكلي للرسوبيات خلال فترة الدراسة، اي ان المعدل

السنوي للرسوبيات: $27/243 = 9$ مليون م³/سنوياً، ومنه يمكن حساب نسبة النقصان بالسعة التخزينية سنوياً من خلال قسمة المعدل السنوي لتراكم الرسوبيات على حجم الخزان $2038/9 = 0.44$ % . علماً ان معدل الترسبات المتوقع والمثبت في الدليل التشغيلي لسد حميرين. شركة هيدروكاردينيا اليوغسلافية، (1981)، يبلغ 11 مليون م³/سنوياً. وتتوافق نتائج هذه الدراسة المبينة على المرئيات الفضائية مع دراسات حقلية قام بها (الاتصاري واخرون، 1988) تم في دراستهم قياس معدل الرسوبيات السنوي لسد حميرين لعام واحد (حزيران/1984 – ايار/1985) وكانت 10.2 مليون م³/سنوياً.

وعند مقارنة المعدل السنوي لنقصان السعة التخزينية نتيجة تراكم الرسوبيات في سد حميرين مع سدود اخرى نجد ان المعدلات السنوية لنقصان السعة فيها تروحت بين 0.29 % / للسنة مثل سد Overholser في الولايات المتحدة (El-Sersawy, 2005) و 0.48 % و 0.71 % / للسنة في سدي Siller و Seyhan في تركيا. (Ayhan, 2012) و 0.59 % / للسنة في سد الموصل في العراق. (عيسى واخرون، 2013). ومن الملاحظ ان معدل نقصان السعة التخزينية لسد حميرين اقل من السدود الاخرى في المناطق الجغرافية المشابهة لمنطقة الدراسة: سدي Siller و Seyhan في تركيا، وسد الموصل في العراق. ويعود السبب الى تأثير سد دربندخان الذي يقع أعلى من سد حميرين على نهر ديالى وبذلك يعمل سد دربندخان على حجز الرسوبيات قبل ان تصل سد حميرين. كما ان سد الوند، الواقع على نهر الوند والذي يمثل احد روافد نهر ديالى الرئيسية قبل حميرين، يساهم أيضاً في خفض كمية الرسوبيات الواصلة لسد حميرين.

7- من منحنى العلاقة بين المساحة السطحية والسعة التخزينية يمكننا معرفة حجم المياه المخزونة في السد باستخدام المرئيات الفضائية دون الحاجة للقرارات الميدانية.

- 8- يمكن استقطاع الاجسام المائية بدقة من المرئيات الفضائية وتحديد حدود انتشارها ومساحاتها السطحية بطريقة الية بالاعتماد على مؤشر الاختلاف المائي المعايير NDWI باستخدام الطيف ذو الطول الموجي الاخضر والطول الموجي تحت الاحمر القريب.
- 9- إجراء دراسات تطبيقية مماثلة لبقية السدود والخزانات وبناء قواعد بيانات تساعد على الاستفادة منها في ادارة وتشغيل السدود خصوصا وان المنطقة عموما تعاني من شح في مصادر المياه.

المراجع

المراجع العربية

- الانصاري، نظير،(1988)، دراسة هيدرولوجية ورسوبيات نهر ديالى، جامعة بغداد، غير منشورة.
- البكر، زياد عبد الجبار، (1989)، المسح الهندسي والكادسترائي، الطبعة الاولى، معهد التكنولوجيا، بغداد.
- الجبوري، ثاير حبيب عبد الله، (1991)، هيدرولوجية وجيومورفولوجية نهر ديالى، اطروحة دكتوراه غير منشورة مقدمة الى كلية الآداب، جامعة بغداد.
- جمعة محمد دواد. (2012). اسس التحليل المكاني في اطار المعلومات الجغرافية. مكة المكرمة: المملكة العربية السعودية.
- الجهاز المركزي للإحصاء وزارة التخطيط، (2008)، المجموعة الإحصائية السنوية، محافظة ديالى، بغداد.
- خلف، قيس ياسين،(2014)، استخدام التقنيات الحديثة في الاستثمار الامثل للموارد المائية السطحية واثرها على زيادة المساحات المزروعة في محافظة ديالى، اطروحة دكتوراه غير منشورة، مقدمة الى كلية التربية للعلوم الانسانية، جامعة ديالى.
- شركة هيدرو كرادنيا اليوغسلافية،(1981)، " دليل تشغيل مشروع سد حميرين"، وزارة الموارد المائية، المديرية العامة للسدود.
- العبادي، رشيد سعدون، (2012)، ادارة الموارد المائية في حوض نهر ديالى. *International journal Of environment and water*، ص ص 135-144.
- ماكدونالد، وشركائه،(1960)، مشاريع ديالى واواسط دجلة، تقرير رقم 10، مكتبة ادارة سد حميرين.
- محمد وطه، عمار حسين، منذر على،(2009)،"النموذج الجيومورفومتري للخصائص المورفومترية وتطبيقاته على حوض وادي كورده ره شرق بحيرة حميرين/العراق"،مجلة ديالى، العدد 41، ص ص 1-30

موسى، محمد كاظم،(1986)، الموارد المائية في حوض نهر ديالى في العراق ،
اطروحة دكتوراه غير منشورة، مقدمة الى كلية الاداب، جامعة بغداد.
هستد، كوردين، (1968)، الاسس الطبيعية لجغرافية العراق، المطبعة العربية
لسليمان الاعظمي، بغداد.
وزارة الموارد المائية، دائرة التخطيط والمتابعة،(2005)، موسوعة دوائر الري
في العراق .
وزارة الموارد المائية، دائرة التخطيط والمتابعة،(2011)، موسوعة السدود في
العراق، ص17

ب. المراجع الأجنبية

- El-Sersawy, H. (2005). **SEDIMENT DEPOSITION MAPPING IN ASWAN HIGH DAM**. Ninth International Water Technology Conference, (pp. 239-247). Sharm El-Sheikh, Egypt: National Water Research Center (NWRC).
- Mahmood, K. (1980). **Reservoir Sedimentation**. Washington, D.C.: COMMUNITY WATER SUPPLY.
- SAWUNYAMA, T. (2005). **ESTIMATION OF SMALL RESERVOIR STORAGE CAPACITIES IN LIMPOPO RIVER BASIN USING GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (GIS) AND REMOTELY SENSED SURFACE AREAS, ZIMBABWE**, UNIVERSITY OF ZIMBABWE.
- T. Thomas, R. K. (2009, July 3). ESTIMATION OF REVISED CAPACITY IN SHETRUNJI RESERVOIR USING. **Journal of Indian Water Resources**, pp. 8-14.
- Meigh, J. (1995) The impact of small farm reservoirs on urban water supplies in Botswana. **Natural Resources Forum**, Vol, No. 1, pp. 71-83
- Liebe, J. (2002) **Estimation of water storage capacity and evaporation losses of small reservoirs in the Upper East Region of Ghana**, Diploma Thesis, Geography Department, Bonn University.
- Mitchell, T.B. (1976) The yield of an average dam in Rhodesia. **Journal and Proceedings Zimbabwe Institution of Engineers**. Paper no. 179, The Rhodesian Engineer, July 1976
- Al-Ansari, N. A., Issa, I. E., Sherwani, G., and Knutsson, S. (2013). Sedimentation in the Mosul Reservoir of Northern Iraq. **Journal of Environmental Hydrology**, 21 (7): 1-10.
- Mazvimazvi, D.; Kusangaya, S.; Williams, H.B. (2004) **Assessment of surface water resources of Zimbabwe and guidelines for planning**, unpublished document for Zimbabwe National Water Authority, Zimbabwe
- Sugunan, V.V (1997) **Fisheries Management of Small Water Bodies in Seven Countries in Africa, Asia and Latin America**, FAO, Fisheries Circulars-C933, Rome.
- Tang ZhongShi, O. W. (2010). **Extraction Of Water Body Based On LandSat TM5 Imagery**. Beijing 100084, China: Tsinghua University.
- Kelly R. McPherson, Lawrence A. Freeman, and Lorraine E. Flint(2011), **Analysis of Methods to Determine Storage Capacity of, and Sedimentation in, Loch Lomond Reservoir**, Santa Cruz County, California, U.S. Geological Survey, Reston, Virginia.
- Rodrigues,L.N, Sano,E.E, Paso,(2008), Small Reservoir Storage capacities using R.S. surface areas, **Simposio Internacional**, Brasilia,PP12-17.

- Yutsis, V, Krivosheya, K, Levchenko, O, Lowag, J,(2013), Bottom topography, recent sedimentation and water volume of the Cerro Prieto Dam, NE Mexico, **GEOFÍSICA INTERNACIONAL**, VOL 53,NO-1,PP 27-38
- XU, H. (2006), Modification of normalised difference water index (NDWI) to enhance. **International Journal of Remote Sensing**, pp. 3025-3033.
- MCFEETERS, S.K., 1996, The use of normalized difference water index (NDWI) in the delineation of open water features. **International Journal of Remote Sensing**, 17, pp.1425–1432.
- ENERGOPROJEKT,(1974,JUNE),**HEMREN DAM PROJECT ADDITIONAL STUDY**,Beograd.
- MINSTERY OF IRRIGATION, STATE ORGANIZATION OF DAMS,(1977), **HEMREN DAM PROJECT FINAL REPORT**, ENERGOPROJEKT, copy3, Beograd.
- MINSTERY OF IRRIGATION, STATE ORGANIZATION OF DAMS,(1980), **HEMREN DAM PROJECT SUMMERY REPORT**, ENERGOPROJEKT,VOL1, book1, Beograd.
- MINSTERY OF IRRIGATION, STATE ORGANIZATION OF DAMS,(1981), **HEMREN DAM PROJECT OPERATION AND MAINTENANCE**, ENERGOPROJEKT , Beograd.
- Lawrence,P and Lo Cascio, A. (2004), "Sedimentation in Small Dams", **Hydrology and Drawdown Computation**. Report OD TN 119. Rev 0.0 January 2004. HR Wallingford,UK
- Taha, Munther Ali,(2010)," Directions Change of Transverse and Longitudinal Valleys ",**Diyala Journal For Pure Sciences**, Vol6, No2, PP236-259
- Lille sand, T. M. and Kiefer, R. W. ,(2000), "**Remote Sensing and Image Interpretation**", 4th Edition, ©John Wiley & Sons New York.

المعلومات الشخصية

الاسم: عمر جمال جاسم

التخصص: ماجستير نظم المعلومات الجغرافية GIS

الكلية: العلوم الاجتماعية

السنة: 2017

البريد الإلكتروني: omarrqaa77@yahoo.com